ナマコにみられる「アオ」と「アカ」の形態および生態的差異について*

崔 相・大島泰雄

(1960 年 10 月 6 日受理)

ON THE MORPHOLOGICAL AND ECOLOGICAL DIFFERENCES BETWEEN TWO COMMERCIAL FORMS, "GREEN" AND "RED", OF THE JAPANESE COMMON SEA CUCUMBER, *STICHOPUS JAPONICUS* SELENKA

Sang Choe and Yasuo Ohshima**

The sea cucumber *Stichopus japonicus*, is widely distributed along all the coast of Japan. Commercially it is divided into three forms due to the body color, the green, red and black. Of these three, the former two are important, through they have a different market value.

As for the taxonomy of this species, there are *Stichopus japonicus* and *S. armata* described by E. Selenka (1867); *S. japonicus* var. *typicus* by H. Théel (1886); and *S. armatus* and *S. roseus* by E. Augustin (1908). K. Mitsukuri (1897) and H. Ohshima (1918) made it clear that these were all but synonyms of the *S. japonicus* and this remains still accepted. The two forms of the Green and the Red, on the other hand, were first reported by K. Mitsukuri (1912) and were ascribed by the same author to a color variation due to the difference in habitat and thereafter his opinion has been widely accepted by the investigators.

Between these two forms, however, there are found some distinct differences, not only morphological but also ecological. The present authors have studied this problem and hereby propose to separate them into two independent communities, ecologically and taxonomically different from each other with the following grounds:

1) The predominant color of the Green is dark bluish green, which varies with individuals from light bluish green to yellowish brown or dark brown. The key tone for the Red is red or brownish red, and the ventrum being in red without exception and to be its characteristic. There are, though very low in their occurrence (no more than 1 to 2 per cent), some intermediate forms with the dorsum similar to the Green and the ventrum similar to the Red, and vice versa.

2) The Polian vesicles of the Green are usually of stumpy shape with dully round tip, while those of the Red are slender with projected tip.

3) The body contractibility of the Red is remarkable and under a mechanical stimulus, for example, it contracts into an almost round shape, while no such habit is observed with the Green.

4) The shape of the ossicles of tentacles is much more complicated in the Red than the Green, whereas the disk of the tables of the former is more round-shaped and the circumference of its holes is broader than the latter. As for the size of the disk of tables, when compared with individuals of the same body weight, the Green wins over the Red.

5) The Green has a preference to somewhat lower salinity and eventually finds its favorite habitat on sand and muddy-sand grounds, while the Red with fondness for higher salinity lives mainly in the rock, pebble and gravel grounds.

6) The matured egg of the Red has a gelatinous coating 23～26 microns thick, while the

---

* 本報告の概要は 1956 年 10 月，日本水産学会秋季大会（広島市）において発表した。

** 東京大学農学部 (Dept. Fish., Fac. Agr., Tokyo Univ.).

Green has without it. In the coasts of Mie and Aichi Pref., the spawning period of the Red is earlier and shorter than that of the Green.

7) In view of the modes of reaction to the environments, such as growth and adaptation for salinity, the Green and the Red are judged to belong to a different environment, respectively.

8) In summer season when the water temperature is high, almost all of the Red take aestivation, on the contrary 50 per cent of the Green of 6 to 30 gr. (weight of body-wall) and 75 per cent of the grown-up are found in aestivation, and younglings of less than 5 gr. totally dispense with it.

ナマコ（マナマコ）は 1867 年 SELENKA, E.[1] によつて *Stichopus japonicus* と命名記載されて以来，ずつとこの学名が通用しているが，これには体色の異なる 3 型，すなわち暗青緑色の体色をもつアオナマコまたはアオコと呼ばれるもの，赤褐色の体色をもつアカナマコ，アカコあるいはトラコと呼ばれるもの，全体が真黒なクロナマコまたはクロコと呼ばれるものが知られている。これらの体色上の相違について，MITSUKURI, K.[2] はそれが生息場所の相違によつて生じた単なる体色変異であつて，保護色の役割を果すものであろうとした。以来ナマコに関する二・三の論著[3,4] でもこのことが肯定され，この 3 つの型が同一種であることには異論がなかつたようである。

しかし，生産者のあいだでは取引上これらの型が区別され，アカナマコはアオナマコに比べてより高価(2～5 倍) で取引されているし，コノワタを製造する場合にもアカナマコが重宝がられるということがあり，形態・生態上においてもかなりはつきりした幾つかの相違点が認められ，ナマコを水産資源として取り扱う場合，またその増殖を行う場合に，これらの相違点をはつきりさせて別個の群集として取り扱うかどうかをきめておく必要があると考えられる。このような観点から，ここでは上記 3 型中とくに生産の対象として主要なアオナマコとアカナマコについて，形態・生態上の相違する点に関して調べた結果を報告する。

I. 形態上の相違

1. 体 色

ナマコの体色には 3 つの異なる型があるが，これらの各体部の色あいは Table 1 の通りである。アオナマコの体色は一般に暗青緑色を呈しているが，淡青緑色が優るものから黄茶褐色，暗茶褐色の変化がみられ体腹部も体背部と同様な色調をとる。アカナマは薄桃色または淡赤褐色を地色として，体背部は赤褐色または暗赤褐色の模様がまだらに配色されており，体腹部は例外なく赤色を呈する。アカナマコの体色は赤色が優るものから赤褐色，暗赤褐色の変化がみられ，いずれにおいても赤系統の色が体色の主体をなしているのが特徴である。一方，クロナマコは全身黒色を呈し体色の変化は認め難いようである。このほかに沿岸の岩礁地帯には，アオ，アカナマコの中間型と思われるもので，体背部はアオナマコの体色を呈し，体腹部はアカナマコの赤色を呈する。また，この逆の体色を呈するものが，前者は 1～2%，後者はこれより低い頻度で

Table 1. Color pattern found in each form of *Stichopus japonicus*.

Forms		Body				Flesh
		Dorsum	Ventrum	Tube feet	Tentacle	
"Green"		dark green	dark green	dark green	dark green	pale blue
"Red"		brownish red	red	red	red	pale brown
Intermediate forms between "Green" and "Red"	Type I	dark green	〃	〃	〃	pale blue
	Type II	dark brownish red	dark green	dark green	brownish red	pale brown
"Black"		black	black	black	black	pale blue

出現することがある。このようなナマコ体色における3型は，相互間の識別に混同がほとんどおこることなく容易に外見的に区別され，約2年間にわたる飼育結果では，相互間に体色の移行は認められない。このようなことからナマコ体色の各型は，それぞれ固定的なものであるようである。

2. ポーリ氏嚢

ポーリ氏嚢は分類上厳密な標徴にはならないというが[5]，アオ，アカナマコの石灰環基部に附着している1個（まれに2個）のポーリ氏嚢の形態は，解剖上数少ない特徴のひとつになると思われる。

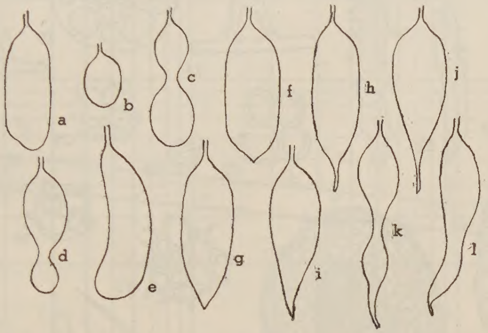


Fig. 1. The 3 types found on the Polian vesicles of *Stichopus japonicus*. Type I (a–e, round tip), Type II (f–g, moderately projected tip), and Tpye III (h–l, projected tip).

アオ，アカナマコのポーリ氏嚢の形態にはいろいろな型があるが (Fig. 1)，これらを先端が鈍円状のもの (Fig. 1, a–e, Type I)，先端が多少突出しているもの (Fig. 1, f–g, Type II)，先端が細長く突出しているもの (Fig. 1, h–l, Type III) の3群に類別して，アオ，アカナマコにおける各型の出現状況の1例を示すとTable 2 の通りである。一般にアオナマコのポーリ氏嚢の形態は，太くて短かく，先端が鈍円状で，細長い先端突起をもつものは少なく，アカナマコのは，細くて長く，先端が突出していて鈍円状を呈するものは少ない。

Table 2. A comparison of type composition of the Polian vesicle between "Green" and "Red" from different habitats.

Types of the Polian vesicle	"Green"		"Red"	
	Ehima*	Momotori**	Ehima	Momotori
Type I	24 (13.1%)	15 (13.4%)	44 (93.6%)	106 (88.3%)
Type II	28 (15.3%)	21 (18.7%)	3 (6.4%)	9 (7.5%)
Type III	131 (71.6%)	76 (67.7%)	0 (0%)	5 (4.2%)
Total	183	112	47	120

* Aichi Pref.　　** Mie Pref.

3. 体の伸縮性

ナマコは一般に体の伸縮性がはげしいが，アカナマコはアオナマコに比べてそれがはげしい。天然の生息場からとりあげたアカナマコは，ほとんど球形に近い形に縮んでしまうが，アオナマコにおいてはこのような顕著な収縮性はみられない。また一般にアカナマコの肉質はアオナマコのそれに比べて厚いのであるが，これはアカナマコの著しい体の収縮性と多少の関連があるもと思われる。

4. 骨　片

ナマコ骨片[1,2,6,7,8,9]の種類と形態は，体の部位により触手骨片，水肺骨片，体背部骨片および体腹部骨片

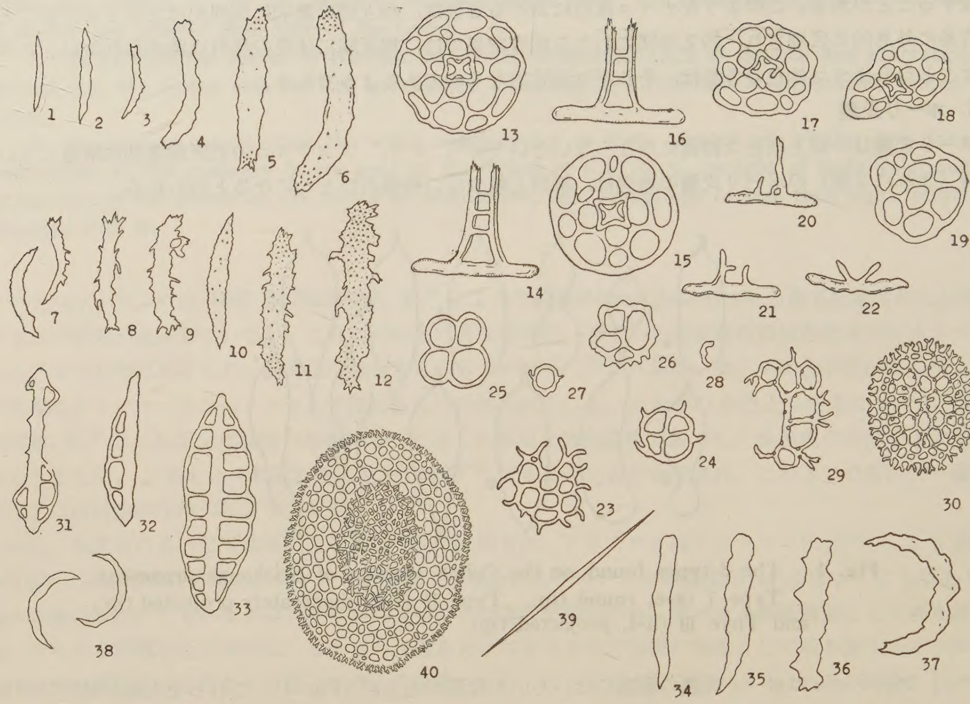


Fig. 2. The ossicles of the Green and the Red.

1–6, supporting rods from tentacles of the Green; 7–12, supporting rods from tentacles of the Red; 13–14, tables of the young Green; 15–16, tables of the young Red; 17–22, degenerated forms of table; 23, net-like ossicle; 24–28, degenerated forms of table and net-like ossicle; 29–30, ossicles from the respiratory tree; 31–33, shield-like ossicles (buttons); 34–37, rods from the dorsal body-wall; 38, hook-like ossicles; 39, pin-like ossicle; 40, complex plate from tube-feet.

に類別されるが，各部位について骨片の種類には差異は認められない。触手骨片は棒状体，水肺骨片は網状体に似た盤状体を呈するそれぞれ1種の骨片だけからなり，体背部骨片は櫓状体，網状体，楯状体（釦状体），棒状体，鈎状体，針状体骨片などの6種類，体腹部骨片は櫓状体，網状体，楯状体，針状体，複合盤状体骨片などの5種類からなつている (Fig. 2)。

アオ，アカナマコの骨片は，触手の棒状体骨片と体背部の櫓状体骨片において若干の形態的相違点が認められる。アオナマコ触手の棒状体骨片は，全体的に形態が単純であり，骨片周囲には小さい枝状突起が疎在し骨片の両端部に限り細かい刺状突起をもつが (Fig. 2, 1–6)，アカナマコにおいては，全体的に形態が複雑化し，これをさらに2型に分けることができる。すなわち骨片周囲に顕著な枝状突起をもち細かい刺状突起を欠くものと (Fig. 2, 7–9)，疎らなまたは密な枝状突起とともに細かい刺状突起が骨片全体に密生しているものとである (Fig. 2, 10–12)。

櫓状体骨片はナマコが成長するにつれて形態が不規則になり崩壊するようになる[8]。幼時におけるアオナマコ体背部櫓状体骨片の底盤の形態は，多少不規則な円形を呈し，骨片孔の周壁がやや狭いが (Fig. 2–13)，アカナマコにおいては，底盤の形態がより真円形にちかく骨片孔の周壁がやや広い (Fig. 2–15)。Fig. 3 は成長に伴なう体背部櫓状体骨片の底盤の大きさの変化を示し，同一殻重*のナマコにおいては，アオナマコのがアカナマコのそれより長短径いずれにおいても大きい。

---

* 殻重とはナマコの消化管，水肺および体腔水をのぞいたカラだけの重さをさす。

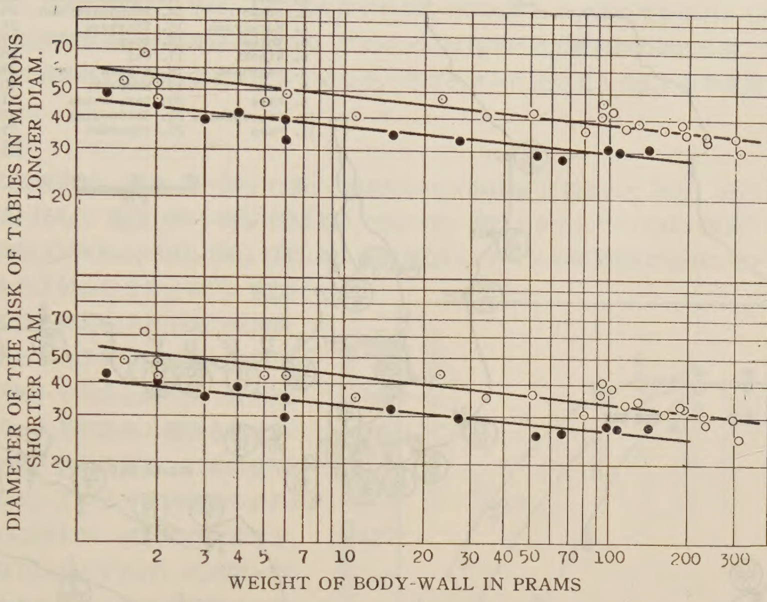


Fig. 3. The relation between the size of the disk of table-like ossicles and the weight of body-wall in the Green (open circles) and the Red (solid circles).

II. 生態上の相違

1. 分布とすみわけ

渥美湾，三河湾および伊勢湾沿岸にはアオ，アカナマコがともに分布するが，渥美湾においては豊川水系，三河湾においては矢作川水系，伊勢湾においては木曽川水系の淡水の影響が強い海域にはナマコの分布はみられない。

これらの海域におけるアオ，アカナマコの漁獲組成は全般的にアオナマコが優勢であるが，アオナマコは主に内湾的性格が多いところに分布し，アカナマコは外洋水の影響が多いところに多く分布している (Fig. 4)。渥美半島の太平洋沿岸，伊勢湾口に位置し外洋水の影響が最も強い神島には全般的にアカナマコだけが分布している。各地におけるナマコの漁獲組成において，アカナマコが占める割合は篠島，師崎，豊浜近辺では 50～90%，三河湾沿岸では 15～20%，渥美湾沿岸では 10% 以下となつている。一方，伊勢湾の三重県沿岸では，陸水の影響が比較的強い答志島の桃取近辺まではアオナマコが優勢で，志摩沿岸，熊野灘沿岸では内湾を除き全般的にアカナマコが分布する。三重県英虞湾一帯におけるナマコの分布は，アカナマコは湾外から湾口にかけて分布し，湾内一帯はアオナマコ地帯を形成している。的矢湾，五カ所湾においても英虞湾と同様な分布をする。

広島県下においてはほとんど全沿岸にわたつてナマコが分布しているが，そのうちアカナマコの産額が多いところは音戸町，豊島のような陸水の影響がほとんどないと思われる場所に限られている。

長崎，佐賀県下におけるナマコの分布は[10]，伊万里湾の松浦沿岸，大村湾，千々石湾および島原半島沿岸一帯の内湾地帯には主にアオナマコの分布が優勢で，アカナマコは外洋水の影響が強い壱岐，対島，五島列島方面に分布している。

しかし，アオ，アカナマコの分布は塩分条件だけでなく，底質条件を一緒にして考察するとその様相がいつそうはつきりする。Fig. 5 には愛知県渥美半島江比間・伊川津沿岸における底質分布とアオ，アカナマコの分布状態との関係を示している。アカナマコは常に岩礁，小石，礫地帯だけに分布し，アオナマコは幼

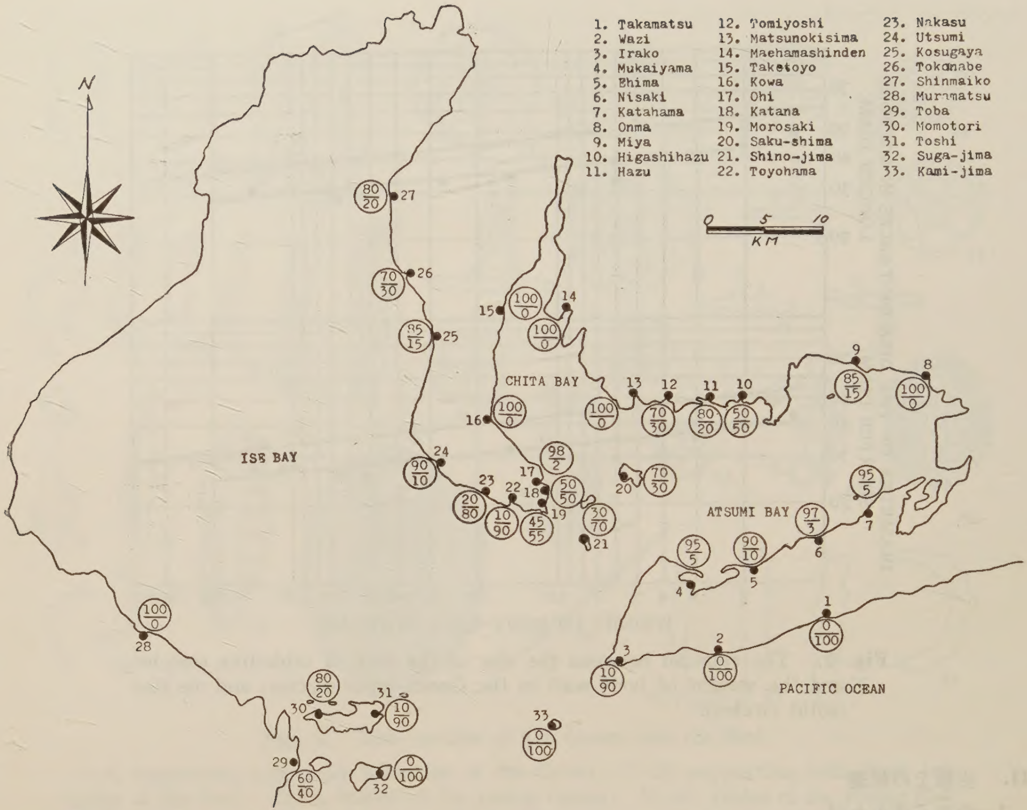


Fig. 4. Distribution of *Stichopus japonicus* along the coast of Aichi and Mie Pref. Numerals in the circles show the RED (%)/GREEN (%) in cucumbers landed at various localities.

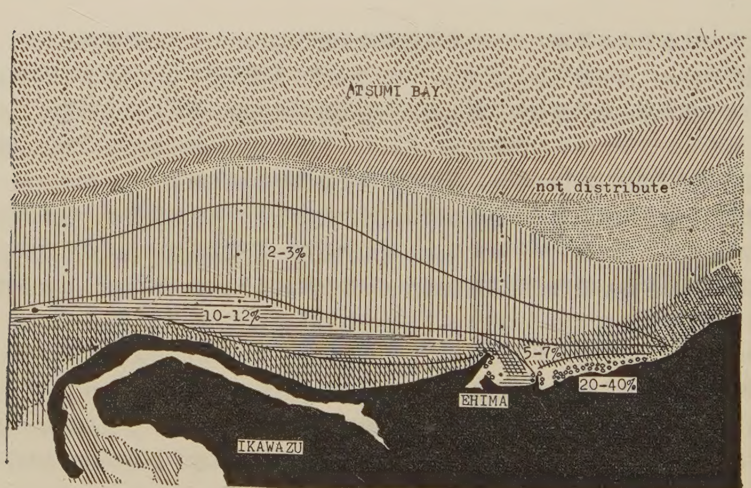


Fig. 5. Distribution of the Red in relation to the bottom type.

mud; muddy-sand; sand; gravel; pebble; rock; eel-grass.

時には岩礁地帯を含めてアカナマコと混棲するが，成長するにしたがつて沖合の砂泥地帯に分散するようになる。したがつてアカナマコの分布は，比較的外洋的性格をおびた沿岸の岩礁地帯を中心として，附近の瀬のような小石または礫地帯だけに限定されるが，アオナマコは幼時には内湾沿岸の岩礁地帯，藻場から，成体は沖合深所の砂泥地帯を主生息場とするようになり，アカナマコに比べてより広い分布範囲をもつということができる。

2. 産　卵　期

アカナマコの成熟卵は，厚さ 23～26μ の薄い gelatinous coating に包まれており，その大きさは長径 151～177μ (平均 164μ)，短径 147～166μ (143.6μ) であつて，卵の大きさについては，稲葉[4] によるナマコの卵径 160～180μ (165.6μ)×140～150μ (142.8μ) と大差ない。ナマコの産卵期は地方によつて相違し，北海道沿岸では6月下旬から9月上旬[11]，宮城県万石浦では6月下旬から7月上旬，女川湾では7月下旬から8月下旬[12]，東京・神奈川地方では4月下旬から7月上旬[4,13]，日本海の七尾湾では 5～6 月であると報告されている。愛知県江比間・伊川津沿岸と三重県桃取沿岸におけるアオ，アカナマコ卵巣卵の成熟過程を Fig. 6 に示すが，成熟卵の大きさを一応 150μ (長径) 以上とすれば，江比間・伊川津沿岸におけるアオナマコの産卵期は，4月下旬から8月上旬（盛期は5月中旬～7月上旬）におよび，桃取沿岸ではアオナマコが4月上旬から7月上旬，アカナマコが3月中旬から5月上旬である。一方，伊勢湾口の三重県神島におけるアカナマコの産卵期は，3月上旬から4月下旬（盛期は3月下旬～4月上旬）であるが，これらの地方において，5月上旬以降アカナマコの熟卵個体を得ることは非常にむずかしい。一般にアカナマコはアオナマコに比べて産卵期が早く，その期間も短かい。

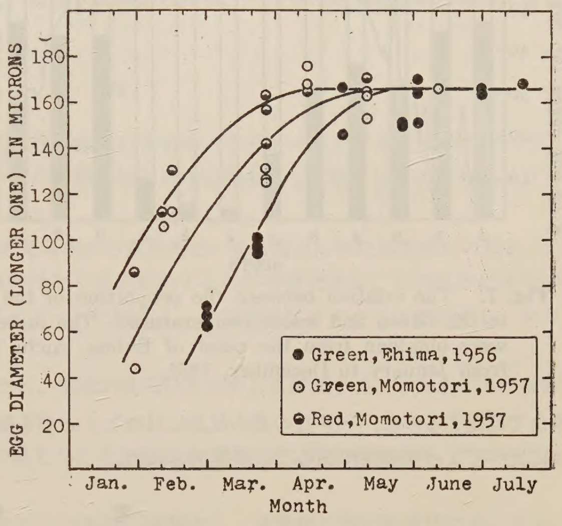


Fig. 6. The monthly size changes of the ovarian eggs (represented by mean length of longer diameter) in the Green and the Red.

3. 成　長

アオ，アカナマコはともに大きいものは，全体重で 1.5～1.8kg 位までに成長するが，渥美湾沿岸においては，アカナマコに限つて全体重で 0.5～0.7kg 位が成長の限度となつているようである。

愛知県渥美半島伊川津地先の湾内にイケス（ビニール・コーティングをした金網をはつてつくつた大きさ 75×75×25cm のもの）を設置し，各イケスに砂または泥の底質を敷き，アオ，アカナマコ（ともに生後1年）各4尾づつ計8尾を 1956 年3月中旬に放養して同年7月下旬にとりあげた実験では，砂底質においてアオナマコが 0.4 倍，アカナマコが −0.7 倍，泥底質ではアオナマコが 0.2 倍，アカナマコが −0.8 倍強の増重を示した。引き続き8月下旬に放養して翌年5月中旬にとりあげた成長実験の1例では，砂底質でアオナマコが 5.4 倍，アカナマコが 4.3 倍，泥底質ではアオナマコが 4.8 倍，アカナマコが 3.0 倍の増重を示した。陸水の影響をうける内湾の砂泥地では，アカナマコはアオナマコに比べて小さい成長量を示す。成長におけるこのような相違は，もともと両者の生活環境が異なることに起因していると考えられ，低塩分濃度に対する抵抗性はアオナマコがアカナマコに比べて強い。なお，両者の成長と塩分抵抗の詳細については次の機会に譲る。

4. 夏 眠

ナマコは低水温期に旺盛に活動し，水温が 17～19°C をこえると活動力が衰え高水温期には夏眠をすることが知られている[13,14]。夏眠期間中（愛知，三重県沿岸では6月中旬から9月中旬ごろまで）は，海底のくぼみ，岩の下またはその間隙にもぐりこんで摂餌せず休止状態にはいるが，その間消化管は細い木綿糸様に退化する。江比間・伊川津沿岸で調査したところでは，アカナマコは幼老の別なくほとんどすべての個体が夏眠をするがアオナマコでは，生後1年位で殼重が 3～5g 位にしか成長しなかつた幼少個体は，高水温期を通じて摂餌行動を中止することがなく，殼重が 6～10g の個体は約 50% が，これより大きい個体は約 75% が夏眠をする。Fig. 7 は同沿岸の一定区域の岩礁地帯におけるアオ，アカナマコの採集個体数（大潮時に石や岩を転倒することなく手が届く範囲内のものを採集する）にみられる割合の月変化を示し，この区域では多い時にはアカナマコが 30～45% の割合で混棲するのに，7～8 月の高水温期にはほとんど姿を隠してしまう。このようにアカナマコはアオナマコに比べてより狭温性であることが推測される。

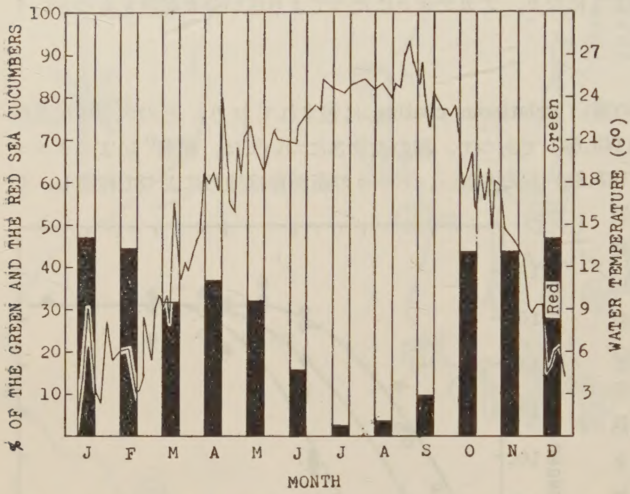


Fig. 7. The relation between the proportion of the Red to the Green and water temperature. The materials were obtained from the coast of Ehima, Aichi Pref. from January to December, 1956.

考 察

日本産マナマコの分類について，SELENKA, E.[1] は骨片の相違によつて *Stichopus japonicus* 以外に *S. armata* という別種を設け，THÉEL, H.[7] は *S. japonicus* var. *typicus* という変種を記載し，また AUGUSTIN, E.[15] は SELENKA, E. にならつて老成したナマコを *S. armatus*, 幼少なナマコを *S. roseus* という別種にしたことがあるが，MITSUKURI, K.[8]，大島[9] によつて，これらは同一なナマコを異る成長段階の骨片に基づいて行つた記載であることが明らかにされて *S. japonicus* SELENKA に統一された。しかしこれよりさきに MITSUKURI, K. は，イボが多くて良質の海蔘ができる北日本産のナマコを北方型，比較的イボが少くない南日本産のを南方型，または生息場の相違による岩礁型，砂泥型などに分けたい意向があつたが，前述のごとくこれらは生息場の相違による形態変異に外ならないものであるとした。このようにナマコの分類はいずれも外部形態と骨片に重点をおいたものであるが，CLARK, H. L.[16] も米国太平洋沿岸産の *Stichopus* 属について，釦状体，槽状体骨片の底盤の大きさの相違によつて *S. californicus*, *S. johansoni* 以外に *S. parvimensis* という新種を設定し，EDWARDS, C. L.[17] はバイオメトリーによつて *Holothuria floridana* POURTALÉS を復活している。アオとアカナマコの相違については，1938 年に兵庫県水試が漁業，生息底質，味覚，用途など数項目について行つたアンケートの結果がおもしろく[18]，三重県水試が行つた稚ナマコの生態調査において，アオとアカナマコの体色は生まれながらに備わる固有なものであることについてふれている[19]。

アオとアカナマコではポーリ氏嚢の形態，体の収縮性，触手骨片の形態と槽状体骨片の底盤の大きさなどにかなりはつきりした相違点が認められるが，体色上の相違点はとくに特徴的である。生物の体色変異にそれぞれ中間的色調によつて連続され，また比較的短時日に体色が変化することが多い[20]。しかし，アオとア

カナマコの場合には中間的色調をもつ個体は認め難く*，環境条件を変えても1～2年間では相互間に体色の移行が認められない。

生態上もっとも特徴的な相違点のひとつは，両者の分布とすみわけである。ALLEE et al.[21] はすみ場所の違いを微少地理学的の隔離と認め，これは新しい種の形成を導く1要因としている。アオナマコは内湾性で砂泥地を好生息地とするが，アカナマコは外洋性で岩礁，小石，礫地帯に主生息場が形成され，両者の主生息地のあいだには明白な相違が認められる。アオもアカナマコも幼期には浅所の藻場，小石などの下に生息し成長に伴つて沖合に移行するようになるが，アカナマコは沿岸の附着場所を中心として，常に岩礁，小石，礫地帯だけにとどまり，ついに砂泥地帯への分散はみられない。

このようなアオ，アカナマコの形態，生態上の諸相違点に留意すると，これらは生態的にはいうまでもなく分類学的に異なる群集体とすることが当を得ているように考えられる。ナマコの増殖をはかる場合にはこのような生態的諸特性を充分考慮する必要がある。

要　　約

マナマコ（*Stichopus japonicus* SELENKA）における体色の3型中，アオナマコとアカナマコについて，その形態，生態上の相違点を論じ，生態学的に，また分類学的に異なる群集として取り扱う必要のあることを提議した。

1. アオナマコの体色は暗青緑色を主体とし，淡青緑色から黄茶褐色，暗茶褐色にわたる変異がみられ，アカナマコのは赤色，赤褐色を主体とし，体腹部は例外なく赤色を呈するのが特徴である。このほかに少ない割合（1～2% あるいはこれ以下）で，体背部はアオナマコに類似し，体腹部はアカナマコに類似する，またはこの逆の体色を呈する中間型が出現する。

2. アオナマコのポーリ氏嚢は一般に太くて短かく，先端が鈍円状を呈するものが多く，アカナマコのは細くて長く，先端が突出しているものが多い。

3. アカナマコは体の収縮性が著しく，機械的刺戟を与えるとほとんど球に近い形に縮まるが，アオナマコにはこのような習性はみられない。

4. アカナマコの触手骨片はアオナマコのそれに比べて形態が複雑化し，体背部の櫓状体骨片においても，アオナマコのに比べて底盤の形態がより真円形に近く，骨片孔の周壁がやや広い。また同一殼重のナマコにおいて，櫓状体骨片の底盤の大きさはアオナマコの方が大きい。

5. アオナマコは内湾的性格がつよく砂泥地を主生息場とするが，アカナマコはより外洋性で岩礁，小石，礫地帯を主生息場とする。

6. アカナマコの成熟卵は厚さ 23～26μ の gelatinous coating をもつが，アオナマコには gelatinous coating がない。愛知，三重県沿岸におけるアオナマコの産卵期は4月上旬から8月上旬におよぶが，アカナマコの産卵期は3月上旬から5月上旬である。一般にアカナマコの産卵期が早く，期間も短い。

7. 陸水の影響をうける内湾の砂泥地における成長，または低塩分に対する抵抗性などについてみても，アオ，アカナマコはそれぞれ異なる生活環境をもつことが推測される。

8. アカナマコは夏の高水温期にはほとんど例外なく夏眠をするが，アオナマコにおいては，殼重 5g 以下の幼少個体は夏眠がなく，6～30g のものは約 50% が，これ以上の大きい個体は約 75% が夏眠をする。

文　　献

1) SELENKA, E.: Zeitschr. f. wiss. Zool., **17**, 291～374 (1867).
2) MITSUKURI, K.: Jour. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo, **29** (2), 163～171 (1912).
3) 大島　広: 九大農学芸雑誌, **6**, 139～154 (1935).

---

* 両者の中間型と思われるものに，体背部はアオナマコ，体腹部はアカナマコの体色を呈する，あるいはこの逆の体色を呈するものがきわめて低い頻度で出現する。

4) 稲葉伝三郎: 水産研究誌, **32**, 241~246 (1937).
5) 大島　広: 動雑, **28**, 55~67 (1916).
6) MARENZELLER, E. VON: Verhand. der k. k. Zool.-bot. Gesell. **31**, 121~140 (1881).
7) THÉEL, H.: Challenger Reports, **14**, 161~162 (1886).
8) MITSUKURI, K.: Annot. Zool. Japan., **1**, 31~41 (1897).
9) 大島　広: 動雑, **30**, 54~55 (1918).
10) 菊地鶴松: —水産研究誌, **32**, 495~498 (1937).
11) 木下虎一郎・渋谷三五郎: 北水試事業旬報, **430**, 1~6 (1939).
12) 今井丈夫他: 東北大農研彙報, **2**, 269~277 (1950).
13) MITSUKURI, K.: Annot. Zool. Japan., **5**, 1~21 (1903).
14) 徳久三種: 水産研究誌, **10**, 75~79 (1915).
15) AUGUSTIN, E.: Über japonische Seewalzen, 10~14 (1908).
16) CLARK, H. L.: Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., **32**, 185~236 (1913).
17) EDWARDS, C.L.: Science, **21**' 383~384 (1905).
18) 三重県水試時報, **107**, 41~44 (1939) による.
19) 三重県水産時報, **144**, 53~55 (1942).
20) ELMHIRST, R. and J. S. SHARPE: Biochem. J., **14**, 48~57 (1920).
21) ALLEE, W.C. et al.: "Principles of animal ecology", Saunders Co., Philadelphia and London (1950), p. 610~616.

ハボウキガイ *Pinna atrina japonica* (REEVE) の浮遊仔貝の同定について*

太 田 繁

(1960 年 11 月 5 日受理)

IDENTIFICATION OF THE LARVA OF *PINNA ATRINA JAPONICA* (REEVE)

Shigeru OTA**

In the present paper, shoe-horn shaped and strange bivalve larvae, collected in Ago Bay, were studied. They were followed with growing stages and compared with the prodissoconchal shell of young *Pinna atrina japonica*. Based on the facts obtained in this study, they were identified with the veliger larvae of *Pinna atrina japonica*.

The veliger larva of this species is very similar in shape to that of allied species, *Atrina pectinata japonica*, but it can be distinguished from the latter by the following morphological features;

a) Larval shell of *Pinna atrina japonica* is golden yellow in color.

b) When the veliger gets grown stage, brown spots appear only on the velum in *Pinna atrina japonica*, but in *Atrina pectinata japonica*, black spots appear on the anterior adductor muscle and the proximal part of the foot.

c) Full-grown veliger of *Pinna atrina japonica* measures about 400μ in shell length, but the same stage of *Atrina pectinata japonica* attains about 600μ.

筆者は大村湾におけるアコヤガイ *Pinctada martensii* (DUNKER) の浮遊仔貝の出現状況を調査中に，奇異な形状をした浮遊仔貝をしばしば発見し，興味を感じたが，この浮遊仔貝はネットで採集される数があまりにも少なかつたので，当時これについての研究は行なわなかつた。

その後，吉田氏 (1956) によつて，タイラギ *Atrina pectinata japonica* (REEVE) の浮遊仔貝の同定がなされたけれど，前記の浮遊仔貝はタイラギのそれと酷似するも同一のものとは思えなかつた。この浮遊仔貝は英虞湾にも出現するので，今夏 (1960) 機会を得て研究に着手し，ハボウキガイ *Pinna atrina japonica* (REEVE) の浮遊仔貝であることを確めたので，ここに報告する。

本文に入るに先立つて，御校閲の労を執られた吉田博士に厚く感謝の意を表する。また実験にさいし多大の便宜を賜わつた高山所長に心から拝謝する。

種 の 同 定

7月上旬頃より例年のように，殻長 120μ～130μ 位の大きさになつた奇異な形状をした浮遊仔貝が出現した。この浮遊仔貝は吉田氏が同定したタイラギの浮遊仔貝の初期 (early veliger) のものに酷似しているけれど，タイラギの浮遊仔貝の幼生殻がほとんど無色であるのに対し，淡い金色を帯びた黄色であることや，外廓の屈曲が多少異なることなどが主な相異点である。この浮遊仔貝が採集しにくいこと（英虞湾多徳島地先では下層を 20～30 m 曳いても 2～3 個位しか採集できないことが多かつた)，スポイトで吸入したり，シャーレに移した多合に，硝子と水の界面に附着したり，またシャーレで飼育中に水面に浮ぶなどの特異な性

* 国立真珠研究所業績 No. 65

** 国立真珠研究所 (National Pearl Res. Lab.).

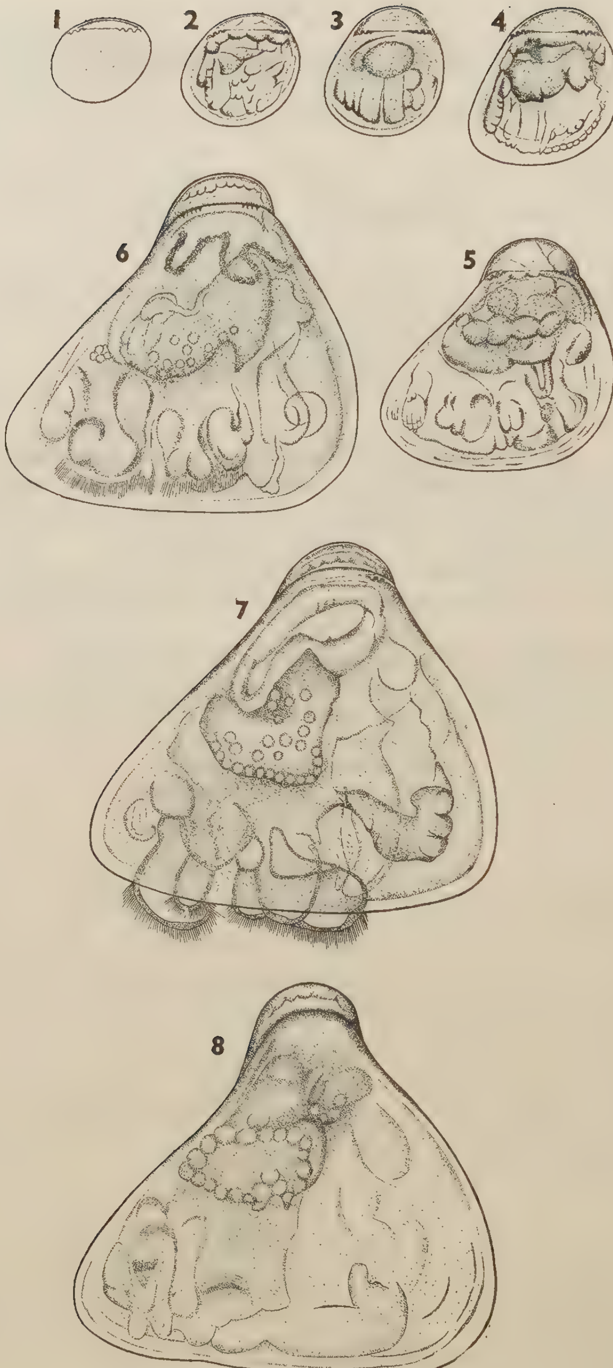


Fig. 1. Veliger larvae of *Pinna atrina japonica* (Reeve).

1. $87\mu \times 78\mu$ (shell length × shell height). 2. $109\mu \times 109\mu$ 3. $112\mu \times 124\mu$
4. $143\mu \times 145\mu$ 5. $219\mu \times 219\mu$ 6. $333\mu \times 319\mu$ 7. $371\mu \times 342\mu$
8. Full grown veliger, $390\mu \times 366\mu$

質はタイラギについての吉田氏の報告と同様で，取扱いや飼育が困難であつた。そのため採集された各大きさの違つた浮遊仔貝を大きさの順に追跡して，各 stage における変化の状態を確かめたが，採集したものの最大形は殻長 409μ×殻高 361μ であつた。一方，8月下旬頃より採集した底棲初期のハボウキガイの稚貝の殻頂部に残る原殻（殻高 364μ〜386μ，Plate A-8）とこの浮遊仔貝の成熟期のものが一致するのを確め，ハボウキガイの浮遊仔貝と同定した。なお原殻の殻長の測定にはやや困難な点があるので，筆者は主として殻高を測定したが，前記の殻高に相当する殻長の大きさは，吉田氏が原殻の大きさを殻長で約 400μ と報告しているのとほぼ一致している。

殻形は Fig. 1, Plate A に見るように，初期の殻頂は大きく，殻は左右不相称で右殻が大きさも（Plate A-10），膨らみも大きい。初期は突出した前腹縁端はやや尖つているが，後縁は鈍円で，全体としては“斜め”の殻形を呈し，やや靴ベラに近い形をしているが（Plate A-1〜5），生長につれ殻長がのび，正三角形に近い形になる（Fig. 1-6〜8; Plate A-7）。

軟体部はほとんど無色であるが，殻は生長するにつれオレンヂ色を帯び，濃くなるので内部の観察が次第に困難になつてくる。殻長 150μ〜160μ 位に達したものには，velum の部分に朱色を帯びた褐色の着色部が現われ（Fig. 1-5），生長につれ，この着色部の現色は顕著になる。内臓部の背部には消化管の屈折しているのが見られるけれど，タイラギに比べやや見にくい。色素点（pigment spot）は見られない。

左右両殻の縫合線部はタイラギより濃い朱赤色を呈し，蝶番線は真線状で，その前・後部には比較的大きい3個の幼歯が並んでいる。成熟期に近づくにつれ，幼歯の観察は困難になつてくる。成熟期に達したもの数個について軟体部を取除き幼歯を観察したが，この比較的大きな3個の幼歯の前後に数個の小さな欠刻ができて，前・後部の数は必らずしも同様ではない（Plate A-9）。

類似種浮遊仔貝との識別

類似種のタイラギの浮遊仔貝との識別点を挙げれば次の通りである。なお比較に供したタイラギの浮遊仔貝は多徳島地先で採集したものである。

I. 殻 の 色

ハボウキガイの殻の色は初期は淡いが，生長につれ金色を帯びた黄色が濃くなる。しかしタイラギはほとんど無色に近く，採集後時日を経過したものについても両種は明らかに区別し得る。殻長，殻高が 100μ より小さいものでは両種の殻形は非常に酷似しているので，識別には新しい材料について，色に重点をおくことが簡単な方法ではあるが大切である。両殻の縫合線部の淡朱赤色はハボウキガイがタイラギより濃く特に初期においては，この相異点が明らかである。

II. 殻 形

1) ハボウキガイもタイラギと同様に右殻が大きく，かつ舟底状にふくらんでいるため，殻を正位置に据えることがむずかしく，殻形の測定には多少のあいまいさは免れないが，殻長 200μ 位までは両種ともほぼ殻長 ≦ 殻高の関係が成立するけれども，殻高/殻長の値はハボウキガイの方がやや大きい。初期においてはハボウキガイはタイラギに比べて殻形が一層“斜め”であるので，殻高/殻長の値は近似でもタイラギの方が巾広く見える（Plate B-1〜2）。しかし浮遊仔貝の生長につれ，殻長 ≦ 殻高の関係は両種ともにくずれ，殻長 ＞ 殻高となるが，殻高/殻長の値の変化する時の大きさは Fig. 2 に見られるようにハボウキガイが殻長190μ〜200μ，タイラギは殻長 220μ〜240μ で，ハボウキガイの方が小さい。すなわちハボウキガイの方がタイラギに比べ小さい時に前腹縁が突出し，殻形に変化を来たす。さらに成熟期における両種の浮遊仔貝の形態を比較するとハボウキガイの方が前背縁における屈曲度が著しい。

2) 成熟期に達した浮遊仔貝の大きさは殻長において，ハボウキガイが約 400μ であるのに対し，タイラギは吉田氏によれば約 600μ にも達し，著しく大きい。

III. 軟 体 部

1) ハボウキガイは殻長 150μ〜160μ × 殻高 160μ〜170μ 位に達したころ velum の附近に朱色を帯びた

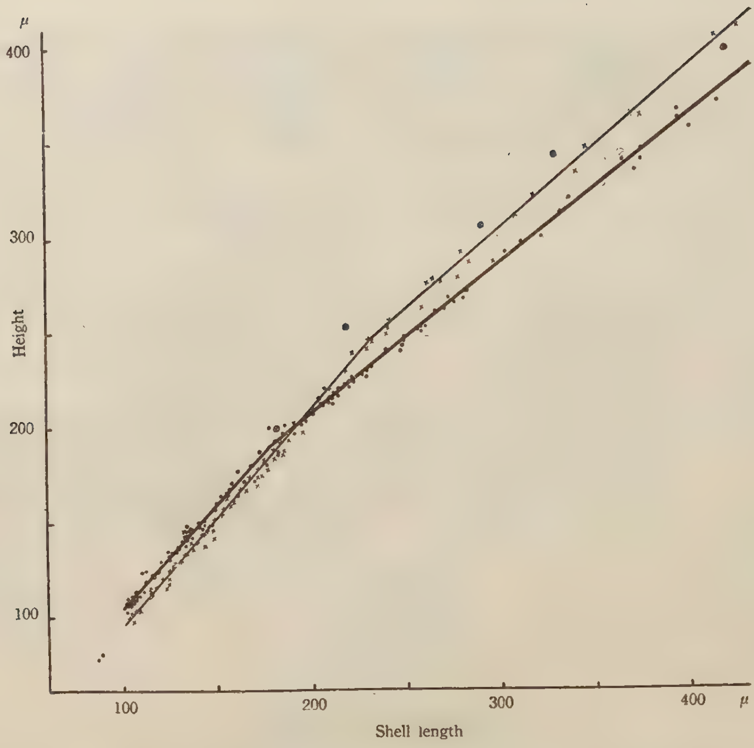


Fig. 2. Showing dimension of height in relation to length of shell of *Pinna atrina japonica* (•) and *Atrina pectinata japonica* (×, ⊗).
⊗: after YOSHIDA (1956)

褐色の着色部が見られるが (Fig. 1-5), タイラギにはこれ以上のものにもほとんど見られず, 極めて稀に見られるものでも淡い黒色である。

2) タイラギは殻長 180μ 位に達すると前腹端附近の軟体部の縁にそつて線状に赤紺色の着色部が見られ (Plate B-6), 生長につれ濃黒色になり, 更に殻長 238μ×殻高 247μ 位の大きさに達したものでは前閉殻筋基部に赤紺色 (後に濃黒色) の現色が見られる (Plate B-7)。

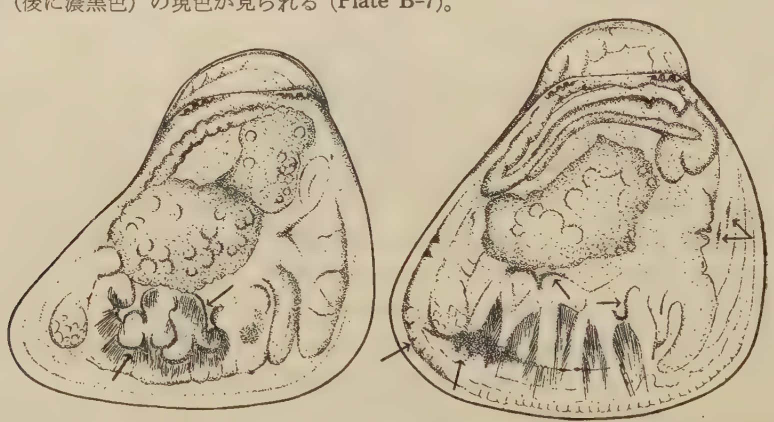


Fig. 3. Comparison of veliger larvae between *Pinna atrina japonica* (257μ × 247μ, left side) and *Atrina pectinata japonica* (259μ × 276μ, right side).
Arrows: Showing the distribution of pigments.

またこの位の大きさになると後閉殻筋下部附近に朱を帯びた淡い褐色の線状の着色部が見られるものもあり，両種の識別は極めて明瞭になる (Fig. 3)。更に殻長 370μ × 殻高 360μ 位の大きさに達すると吉田氏の報告のように，前閉殻筋基部や足の附近の黒色の着色部（すでに赤紺色は黒色になつている）はますます顕著となるも (Plate B-8)，ハボウキガイではこの部分に現色は全く見られない。

3) 初期においては，閉殻筋はタイラギの方がハボウガイに比べて見やすい。

文　　献

吉田　裕：有明海産有用二枚貝の初期生活史（1）タイラギ，コケガラス，水講研報，**6** (1), (1956).

Explanation of Plate

A. Veliger larvae and prodissoconch on early young shells of *Pinna atrina japonica*.

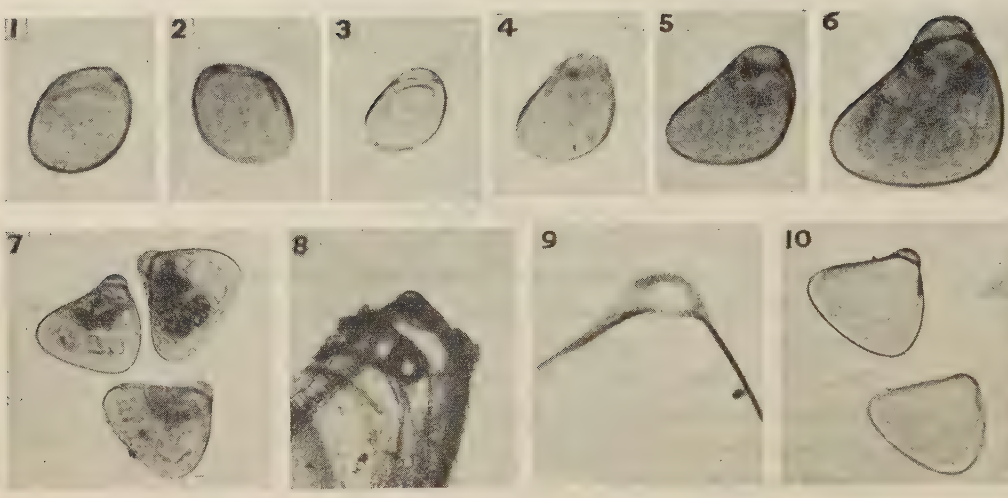
1. 105μ×105μ (shell length × shell height).　　2. do. right side view.
3. 124μ×133μ.　　4. 152μ×162μ.　　5. 188μ×190μ.　　6. 269μ×262μ.
7. 361μ×338μ,　395μ×352μ,　409μ×361μ.
8. Prodissoconch on early young shell.
9. Provincular teeth of left valve.
10. Larval shell (368μ×343μ).

B. Comparison of veliger larvae between *Pinna atrina japonica* (P) and *Atrina pectinata japonica* (A).

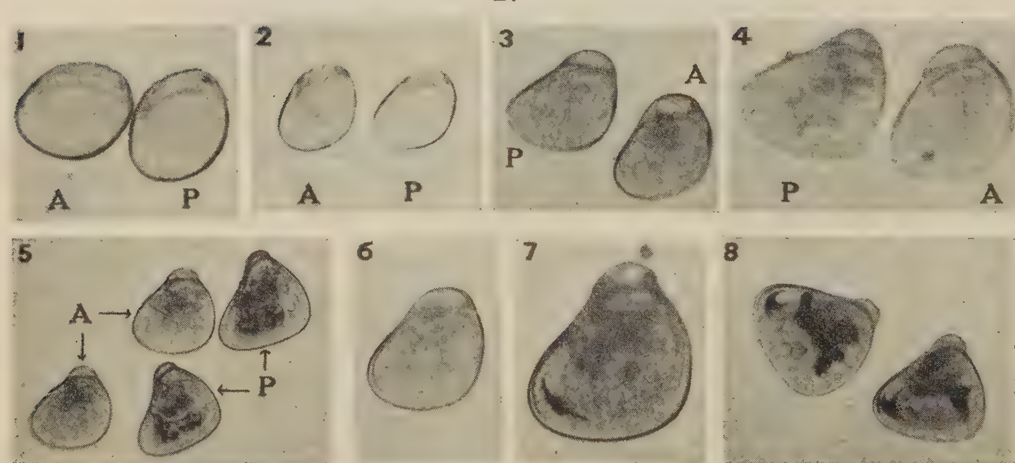
1. A····109μ×105μ (shell length × shell height),　P····105μ×105μ.
2. A (133μ×135μ),　P (124μ×133μ).
3. P (162μ×164μ),　A (157μ×157μ).
4. P (209μ×204μ),　A (195μ×195μ).
5. A (276μ×276μ, 294μ×285μ),　P (309μ×295μ, 333μ×319μ).
6. 184μ×186μ (A).
7. 238μ×247μ (A).
8. 371μ×361μ, 409μ×404μ (A).

Plate.

A.



B.



日本産タナゴ亜科魚類の咽頭骨と咽頭歯について*

小林久雄・前田孟

(1960年11月8日受理)

ON THE PHARYNGEAL BONES AND THEIR TEETH IN JAPANESE ACHEILOGNATHID FISHES (CYPRINIDAE)

Hisao KOBAYASI and Takeshi MAEDA**

(1) The characteristics of pharyngeal bones and their teeth in two genera and seven species of Japanese Acheilognathid fishes are described in this paper.

(2) The characteristics of the pharyngeal bones and their teeth in Acheilognathid fishes, as a whole, are summarized as follows: Pharyngeals with prominent anterior angle, breadth 2.5～3.0 in length, length 10～13 in body length of the fish. Teeth only one-rowed, 5, 0, 0～0, 0, 5 in dental formula, moderately compressed, laterally symmetrical, with well developed long and narrow grinding surface. Tips of teeth smoothly, weakly recurved and more or less expanded, with pointed ends.

(3) As a substitute for conclusion, the writers have established the following key according to the characters of them, for conveniences in identification.

A_1 Side of pharyngeal teeth without serrations

B_1 Length of bone about 12.1～13.0 in body length, breadth of bone 2.75 in length, anterior and posterior edentulous processes equal in breadth····*Rhodeus ocellatus* (KNER)

B_2 Length of bone about 11.1～12.0 in body length, breadth of bone less than 2.75 in length, anterior edentulous process broader than posterior one.

C_1 First tooth with grinding surface, breadth of pitted surface of anterior edentulous process about 1/2 in breadth of the process, breadth of pitted surface of bone above 80% in breadth of the bone···· *Acheilognathus lanceolata* (TEMMINCK et SCHLEGEL)

C_2 Grinding surface of first tooth degenerative, breadth of pitted surface of anterior edentulous process less than 1/3 in breadth of the process, breadth of pitted surface of bone about 76% in breadth of the bone····
Acheilognathus limbata (TEMMINCK et SCHLEGEL)

A_2 Side of pharyngeal teeth with serrations

D_1 Pitted surface reaching to middle region of anterior limb····
Acheilognathus longipinnis REGAN

D_2 Pitted surface reaching to near top of anterior limb

E_1 Breadth of bone less than 2.6 in length, length of bone above 13 in body length
···· *Acheilognathus cyanostigma* JORDAN et FOWER

E_2 Breadth of bone above 2.6 in length, length of bone less than 13 in body length

F_1 Length of bone 10～11 in body length, groove of anterior margin of grinding surface reaching to central region of the grinding surface, anterior and posterior edentulous processes equal in length····*Acheilognathus rhombea* (TEMMINCK et SCHLEGEL)

F_2 Length of bone about 12 in body length, groove of anterior margin of grinding surface not reaching to central region of the grinding surface, anterior edentulous process longer than posterior one···· *Acheilognathus tabira* JORDAN et THOMPSON

---

* 日本産コイ科魚類の咽頭骨と咽頭歯の比較形態学的研究—第I報

** 愛知学芸大学生物学教室 (Department of Biology, Aiti Gakugei University).

緒　　言

この報告は日本産コイ科魚類の4亜科 18 属 30 種または亜種の咽頭骨および咽頭歯に関する研究のうち，タナゴ亜科のものについて述べたもので，順次他の亜科のものにもおよび，最後にコイ科全体について総括的のことを論ずる予定である。

材料の不足から日本産の全部の種を網羅することはできなかつたので 30 種の範囲において検討をすすめることにした。

咽頭骨ならびにその歯がコイ科の魚においてよく発達し，しかもこれが系統学的に意義の深いものであることは内外多数の学者の認めるところで，これに関する研究は多いが，なかでも CHU (1935) の中国のコイ科の魚に関するものは最も広範かつ貴重なもので，日本産の魚も多数この中に含まれている。わが国の学者もこの構造の重要性を充分に認め，しばしばその論文，著書中に断片的に記載とともに取り入れているが，広く全般的にわたる比較研究はまだ見られない現状である。

材料と方法

この研究に使用した材料は7種で，そのうちバラタナゴは京都市六地蔵産，カネヒラ・イチモンジタナゴは琵琶湖産，ヤリタナゴおよびタビラの一部は琵琶湖，ビワタナゴは岐阜県養老郡産で，その他はすべて愛知県産のものである。1種に対して魚の大中小にわたつて約 10 個体を使用し，採取の方法はフォルマリン漬の魚体からピンセットを以つて取り出し，10% の苛性カリ中に入れ 80～90°C に熱し，付着している筋肉をとかし，後数回水洗し，先の細いピンセットまたは針の先かまたは先の細い筆で掃除した後に検鏡した。

各部の名称や測定個所は CHU (1935) に従がつた (Fig. 1)。

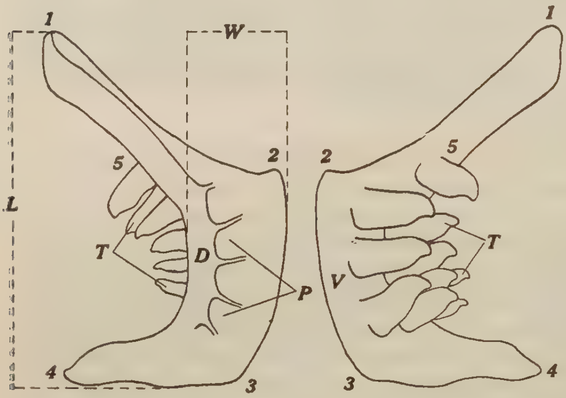


Fig. 1. Terminology of the pharyngeal bone and their teeth.
Left: dorsal view, Right: ventral view, 1. Tip of anterior limb 前腕頂, 2. Anterior angle 前角, 3. Posterior angle 後角, 4. Tip of posterior limb 後腕頂, 1–2. Length of anterior limb 前腕長, 2–4. Length of posterior limb 後腕長, 1–5. Length of anterior edentulous process 前突起長, 4–6. Length of posterior edentulous process 後突起長, *L*. Length of pharyngeal bone 咽頭骨長 (骨長), *W*. Breadth of pharyngeal bone 咽頭骨巾 (骨巾), *D*. Dorsal surface 背面, *V*. Ventral surface 腹面, *P*. Pitted surface 凹面, *T*. Pharyngeal teeth (teeth) 咽頭歯 (歯).

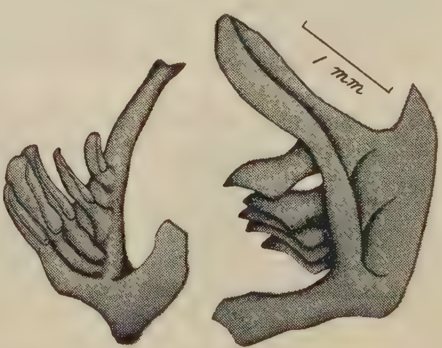


Fig. 2. Pharyngeal bone and its teeth of *Rhodeus ocellatus*.

観察の結果

(1) バラタナゴ *Rhodeus ocellatus* (KNER) (Fig. 2)

咽頭骨は巾広く，骨長は骨巾の約 2.75 倍，魚体長は咽頭骨長の 12～13 倍，後腕長は前腕長よりずつと長く，前腕長の約 1.5 倍，前角は本亜科中で最も顕著で，後角も比較的目立つ。前突起と後突起の長さはほ

ぼ等しい。凹面は中央部において咽頭骨巾の約 78% を占め，かなりの巾をもつて，前腕頂近くまで達している。前後突起の巾はほぼ等しく，特に後突起は厚く，肥大している。咽頭歯は1列で 5,0,0〜0,0,5 の歯式をもち，ヤリタナゴに比べるとはるかに扁平な形の歯で，咀嚼面は狭まい。その先端部は滑らかに曲つているものと，やや真直なものが混じている。先端部は鋭く尖る。歯の側面は平滑で，鋸歯状の切れこみを持たない。

（2） **カネヒラ** *Acheilognathus rohmbea* (TEMMINCK et SCHLEGEL) (Fig. 3-1)

咽頭骨長はその巾の 2.7〜3.0 倍，体長は骨長の 10〜11 倍，前腕は後腕よりかなり短かい。前・後角ともにかなり著しく，特に後角は本亜科中で最も明瞭である。前・後突起の長さはほぼ等しく，後突起は扁平で巾が広い。凹面はその中央部で，骨巾の約 73% を占め，本亜科中で最も狭い。そして前突起にすすむに



Fig. 3. Pharyngeal bones and their teeth of (1) *Acheilognathus rhombea*, (2) *A. tabira*, (3) *A. lanceolata*, (4) *A. limbata*, (5) *A. cyanostigma*, (6) *A. longipinnis*.

従つて巾が狭くなるが，前腕頂近くまで達している。

咽頭歯は1列で，歯式は 5, 0, 0〜0, 0, 5 どれも明らかな咀嚼面をもち，その先端は滑らかに内方に曲り，この部は太くなつている。歯の前側面，すなわち咀嚼面の前縁には咀嚼面の中央にまで達する鋸歯状の深い切れこみ，すなわち溝 groove（その間の高まりは bony ridge）があつて，そのため咀嚼面の面積はかなり減少している。

（3） **タビラ** *Acheilognathus tabira* JORDAN et THOMPSON (Fig. 3-2)

咽頭骨長は骨巾の約3倍で，体長は骨長の約 12 倍，前腕は後腕よりわずかに短かい。前角は特に顕著で本属中で最も目立つている。後角もまた比較的明らかである。前突起は後突起より僅かに長く，後突起はやや前後に扁平となつているが，両突起ともにその巾は等しい。凹面はその中央部において，骨巾の約 77% を占め，狭くなつているが，前腕頂近くまで達している。

咽頭歯は 5, 0, 0〜0, 0, 5 の歯式を示し，5歯ともに適度に扁平で，明瞭な咀嚼面をもつている。咀嚼面の前縁にはカネヒラのものより浅いが，鋸歯状の切れこみをもつ歯と，もたない歯が，同一骨中に混在している。先端は滑らかに内弯する。その他の点ではかなりカネヒラのものに似ている。

（4） **ヤリタナゴ** *Acheilognathus lanceolata* (TEMMINCK et SCHLEGEL) (Fig. 3-3)

咽頭骨長は巾の約 2.5 倍で，本亜科中イチモンジタナゴとともに最も巾が広い。体長は骨長の約12倍，前腕は後腕よりかなり短かい。前角はかなり顕著であるが，後角は比較的不明瞭な場合がある。前突起は後突起より巾が広いが，両突起の長さは大体等しい。後突起は上下に圧せられて，やや厚くなつている。凹面はその中央部が骨巾の約 80% を占め，本亜科中で最も巾が広い。そしてかなりの巾を以て（前突起の巾の約半分），前腕頂近くまで達している。

咽頭骨は1列で歯式は 5, 0, 0〜0, 0, 5 で，5歯ともに明瞭な咀嚼面をもつている。歯は適度に圧せられ，先端部はやや膨らみ，弱く滑らかに彎曲し，先端は尖つている。歯の側面は切れこみをもたず，咀嚼面は第1歯を除くと，他の本亜科魚のものよりやや巾広く，背方に傾いている。

（5） **アブラボテ** *Acheilognathus limbata* (TEMMINCK et SCHLEGEL) (Fig. 3-4)

咽頭骨長は巾の約 2.6 倍，体長は骨長の約 11.5 倍，前腕は後腕より僅かに短かい。前角は顕著であるが後角は不明瞭で，前突起は後突起よりかなり短かい。後突起は前後に圧せられているが，その巾は前突起の巾より狭い。凹面はその中央部において骨巾の約 76% を占め，前突起の約3分の1の巾をもつて，前腕頂近くまで達している。

咽頭歯は 5, 0, 0〜0, 0, 5 の歯式で，その形はヤリタナゴのそれとよく似ていて区別がつき難い。第1歯の咀嚼面は一層退化的で，他の歯もヤリタナゴのものより咀嚼面の巾が狭く，しかも短かい。

（6） **イチモンジタナゴ** *Acheilognathus cyanostigma* JORDAN et FOWLER (Fig. 3-5)

咽頭骨は骨巾の約 2.5 倍，体長は骨長の約14倍で，本亜科中体長に対する骨長の値が最小である。前腕は後腕より僅かに短かい。前角は極めて顕著であるが，後角はやや不明瞭な場合がある。前突起は後突起より僅かに長い。後突起は前後に扁平となり，その後縁は滑かな線を描かない。凹面はその中央部において骨巾の約 78% を占め，その前方への伸長は巾が狭く，所によつては不明瞭な部分もあるが前腕頂近くまで達している。

咽頭歯は 5, 0, 0〜0, 0, 5 の歯式を示し，各歯はかなり扁平で先端部はやや膨らんで滑かに曲り，先端は尖ている。すべて咀嚼面をもつが，他種のものよりやや短かく，その巾も狭い。そして歯の前側面に不明瞭ではあるが，鋸歯状の切れこみをもつている。

（7） **ビワタナゴ** *Acheilognathus longipinnis* REGAN (Fig. 3-6)

咽頭骨長は巾の約 2.7 倍，体長は骨長の約 11.5 倍，前腕は後腕よりかなり短かい。前角は顕著であり，後角も比較的明らかである。前突起は後突起よりやや長く，前突起は僅かに扁たく，後突起はかなり前後に扁平である。前・後角ともに顕著で，急角度に曲つて前後の突起が生じている。凹面は中央部において骨巾の約 78% を占め，その前方は前突起の中程で終つている。

咽頭歯は1列で 5,0,0〜0,0,5 の歯式を示し，歯列がやや腹方に移動しており，少しく扁平となり，その先端部はやや膨らみ，滑かに曲つている。5歯ともにかなり巾の広い咀嚼面をもち，前側面に鋸歯状の突起をもつものと，もたないものが混じていること，タビラのものと似ている。

形態の比較と考察

以上の記載で明らかなように，咽頭歯が1列で，すべて 5,0,0〜0,0,5 の歯式を示していることはタナゴ亜科の特徴の1つである。各々の歯は適度に扁平となり，先端部は多少膨らみ，通常円滑に彎曲し，その先端は尖つている。そして咀嚼面は凹み，背方に傾いて細長い。

バラタナゴとヤリタナゴ・アブラボテの2属3種のものにおいては咽頭歯の側面，すなわち咀嚼面の前および後縁は滑かで，鋸歯状の切れこみ (groove)，または bony ridge (serration) をもたないが，他の種，すなわちカネヒラ，タビラ，イチモンジタナゴ，ビワタナゴの4種においては歯の前側面，すなわち咀嚼面の前縁に鋸歯状の切れこみをもち，後側面すなわち後縁は円滑である。

このことに関して JORDAN & FOWLER (1903) はカネヒラを，また CHU (1935) や森 (1935) もまたカネヒラやタビラを，また近くは松原 (1955) もカネヒラ・タビラ・イチモンジタナゴおよびビワタナゴの5種をカネヒラ属 *Paracheilognathus* として，この属魚の咽頭歯の側面に切れこみがあることで，これをもたず平滑であるタナゴ属 *Acheilognathus* と差別している。また岡田・中村 (1948) はカネヒラなどは *Acheilognathus* 属の魚として，この属中には咽頭歯の側面が平滑な場合と，横溝のあるものの両者が存在すると述べている。バラタナゴに関しては同氏らも一様に横溝はないとしている。咀嚼面の溝について論じている者はまだない。著者らの研究結果から**カネヒラ**のみをこの横溝をもつことによつて *Acheilognathus* 属から区別する根拠はなく，また他の形態的特徴とも考え合わせて前記カネヒラ以下ビワタナゴなどを *Paracheilognathus* に属せしめることは不適当と考える。

咽頭骨の基本的形態・構造は多少の変化はあつても本亜科を通じて，ほぼ共通である。すなわち骨長に対して骨巾が大きく，骨長は巾の 2.5〜3.0 倍で，前腕は後腕よりもかなり短かく，前角後角ともに認められことに前角は日本産コイ科魚類中では最も顕著であつて，多くは著しく突出している。前突起と後突起の長さはほぼ等しいが後突起はやや前後に扁平となつている。凹面はその巾の最も広いところで，咽頭骨巾の 73〜80% を占めており，その前方の巾はかなり広いかまたはは狭くなつているが，とにかく前腕の頂にまで達している。ただしビワタナゴのみは例外で前突起の中部で終つている。

また本亜科魚の咽頭骨長の体長に対する割合はかなり大きく，体長は骨長の約 10〜13 倍で，イチモンジタナゴのみはこの点は例外で 13〜14 倍もある。

結論的にいうと咽頭歯と咽頭骨に関しては *Rhodeus* と *Acheilognathus* の区別は立てがたく，またカネヒラ・タビラなどを *Paracheilognathus* にする根拠は認めがたく，これらの属は極めて近縁なものであることを証することができる。

タナゴ亜科の咽頭骨ならびに咽頭歯による検索

結論に代えて，咽頭骨およびその歯による本亜科の属種の検索表を作ると次の通りである。

A_1 咽頭歯の側面に鋸歯状の切れこみがない。

B_1 体長は咽頭骨長の 12.1〜13.0 倍，咽頭骨長は骨巾の約 2.75 倍，前および後突起の巾はほぼ等しい‥‥ バラタナゴ *Rhodeus ocellatus*

B_2 体長は咽頭骨長の 11.1〜12.0 倍，咽頭骨長は骨巾の 2.70 倍以下，前突起は後突起より巾が広い。

C_1 咽頭歯第1歯に咀嚼面あり，前突起の凹面の巾は突起の巾の半分を占める。咽頭骨凹面の巾は，骨巾の約 80% を占める‥‥ ヤリタナゴ *Acheilognathus lanceolatus*

C_2 咽頭歯第1歯の咀嚼面は退化的，前突起の凹面の巾は前突起の巾の 1/3 以下，咽頭骨凹面の巾は骨巾の約 76% を占める‥‥ アブラボテ *Acheilognathus limbata*

A_2 咽頭歯の側面に鋸歯状の切れこみがある。

D_1 凹面は前腕の中部に終り，その頂に達しない‥‥ ビワタナゴ *Acheilognathus longipinnis*

D_2 凹面は前腕頂の近くまで達する。

E_1 咽頭骨長は骨巾の 2.6 倍以下，体長は骨長の 13 倍以上‥‥

イチモンジタナゴ *Acheilognathus cyanostigma*

E_2 咽頭骨長は骨巾の 2.6 倍以上，体長は骨長の 13 倍以下

F_1 体長は骨長の 10～11 倍，咀嚼面前縁の切れこみは咀嚼面のほぼ中央にまで達する。前および後突起長はほぼ等しい‥‥ カネヒラ *Acheilognathus rhombea*

F_2 体長は骨長の約 12 倍，咀嚼面前縁の切れこみは咀嚼面の中央に達せず，前突起は後突起より長い‥‥ タビラ *Acheilognathus tabira*

引用ならびに参考文献

1) JORDAN, D. S. ahd FOWLER, H. W.: A Review of the Cyprinid Fishes of Japan. *Proc. U. S. Nat. Mus.*, **26**, 1334, pp. 811～822 (1903).
2) 小林久雄: 日本淡水魚類ならびにその寄生虫. 養賢堂 (1935).
3) CHU, Y. T.: Comparative Studies on the Scales and on the Pharyngeals and their Teeth in Chinese Cyprinids, with Particular Reference to Taxonomy and Evolution. *Biol. Bull. St. John's Univ.* No. 2, (1935).
4) 宮地伝三郎: 京都府下の淡水魚. 京都府史蹟名勝天然記念物調査報告, **16**, pp. 19～25 (1935).
5) ————: 信州の魚類. 上野益三著上高地および梓川水系の水棲動物, 岩波書店, pp. 211～216 (1935).
6) 森 為三: 朝鮮産タナゴ類 Reodeina に就て. 動雑, **47**, 562～3, p. 559 (1935).
7) 岡田弥一郎・中村守純: 日本の淡水魚類. p. 47 (1948).
8) 青柳兵司: 日本列島産淡水魚類総説. pp. 76～77 および pp. 88～105 (1957).
9) 松原喜代松: 魚類の形態と検索. I, pp. 297～302 (1955).

マグロ延縄における釣鉤水深の実測値と計算値との比較

中 込 淳

(1960年11月11日受理)

COMPARISON OF DEPTH OF LONGLINE HOOK BETWEEN CALCULATED AND SURVEYED

Jun NAKAGOME*

Assuming that a set of longline gear takes a form of a catenary in sea water, we can obtain depth of any hook attached to the line by calculation. On the other hand the actual depth of such a hook can be surveyed by means of a chemical tube as is often done at time of experiments. Author studied on comparison of values obtained from both methods and have obtained the following results:

1) While there happened difference between the calculated catenary value and the actual survey value, dispersion of the differences was almost constant at a given depth of water, and it changed as the depth of water changes.

2) Cases when survey value shows smaller than catenary value were more frequent than cases when survey value shows larger than catenary value.

3) It is presumed that cases when survey value shows larger than catenary value happen from that the distance between neighbouring flagpole of the longline became short or, in other words, the slackness of longline became large.

4) It was reported by Hamuro that cases when survey value shows smaller than catenary value happen when hook has been hurled upward by sea current. These cases were more frequent when angle making by way to set line and it of sea current is included angle.

5) Mean value of difference between catenary value and survey value was extremely smaller than value of difference of seasonal change of swimming layer of tuna and marlin. Consequently it is presumed that dependability of the calculated catenary value is not always so small in study of seasonal change of the fishes' swimming layer.

緒 言

筆者は，過日，カロリン，マーシャル諸島付近におけるマグロ類の遊泳層，および遊泳層と他要素との関係について報告したが[1-4]，その後，葉室により，海流の吹かれれのため実際の釣鉤水深と幹縄がカテナリー曲線状になると仮定して計算した釣鉤水深との間に著しい差の生ずることが明らかにされた[5]。

著者は，静岡県水産試験場大富士丸の調査による釣鉤水深の実測値と[6]，幹縄がカテナリー曲線状になると仮定した場合の計算値とを比較したところ，興味ある結果を得たので報告する。

なお，実測値の資料に関して御教示下さつた静岡県水産試験場松原壮六郎氏，御指導，御べんたつ下さつた神奈川県水産試験場永井三夫場長，および，御指導下さつたミラー・フリーマン社酒井謙二氏に対し，衷心より謝意を表する。

資料および方法

資料は静岡県水産試験場大富士丸の調査結果を用い[6]，同航海における投縄船速と，水深測定に用いたケ

* 神奈川県水産試験場 (Kanagawa Pref. Fish. Exp. Stat., Misaki, Miura).

ミカルチューブの取り付け釣鈎の番号と揚縄方向との関係については，直接同試験場に問い合わせた。

幹縄がカテナリー曲線状態にあるとした場合の釣鈎の計算水深は，吉原の次式によつて算出した[7-9]。

$$最深部の鈎の水深 \doteqdot h_a + h_b + l(\sqrt{1+\cot^2\varphi_0} - \cot\varphi_0)$$

$$各鈎の水深 = h_a + h_b + l(\sqrt{1+\cot^2\varphi_0} - \sqrt{(1-2j/n)^2+\cot^2\varphi_0})$$

ただし h_a; 枝縄の長さ

h_b; 浮縄の長さ

l; 幹縄の1鉢の長さ

n; 1鉢の浮縄と枝縄，枝縄と枝縄間の間隔数

j; 1鉢の一端から鈎に一連番号を附した場合の各鈎の番号

φ_0; 浮縄結着点の幹縄と水平線との角度で，短縮率 k より求める。

k =〔(投縄時の船速)×(投縄時間)〕/〔(幹縄1鉢の長さ)×(鉢数)〕

結果および考察

1. 幹縄がカテナリー曲線状になる場合の釣鈎水深の計算値と実測値との差の分散

幹縄がカテナリー曲線状になる場合の釣鈎水深の計算値（以後単に計算値と呼称する）と実測値との差（カテナリー計算値－実測値）の頻度分布は Fig. 1 のようになる。この分布において，計算値と実測値との差の絶対値が 45～55 m の場合，および2番鈎の 20～30 m の場合を異常な場合と考えて除くと*，釣鈎水深の計算値と実測値との差の分散は，浅層の釣鈎から深層の釣鈎に移るにしたがい大きくなつており，しかして釣鈎の平均水深を基準とした変動係数は，1，2，3 のいずれの釣鈎においても同数値であつた (Table 1)。

したがつて，計算値と実測値との差の分散は，水深によりほぼ一定し，水深の変化とともに変化するものと考えられる。

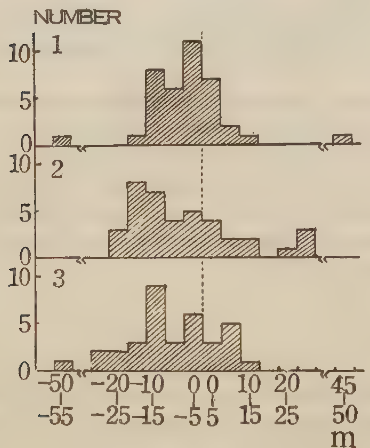


Fig. 1. Frequency on difference of hook's depth between catenary value and survey value (catenary value—survey value).
Horizontal line; catenary value—survey value
1; shallow hook
2; middle hook
3; deep hook

Table 1. Dispersion and coefficient of variance on difference of hook's depth between catenary value and survey value.

No. of hook*	Dispersion	Mean of hook's depth	Coefficient of variance
1	1.93	98 m	0.0142
2	4.01	149	0.0134
3	4.54	148	0.0144

* show in Fig. 2.

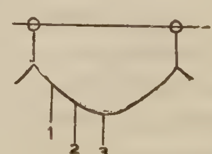


Fig. 2. No. of hook in one bascket of long line.

* この場合，実測値が計算値より著しく浅層に位置する時は，枝縄が幹縄にもつれたことにより，著しく深層に位置する時は，鈎に魚体がかかり深層に引き込んだことにより，生じたものと考えられる。

2. 幹縄がカテナリー曲線状になる場合の釣鉤水深の計算値と実測値との差の正，負の組成，および正，負における原因について

カテナリーにおける計算値と実測値との差の正，および負の組成は Table 2 に示すが，正の場合より負の場合の方が多い (Fig. 1, Table 2)。これは，実測値が計算値よりも大きい場合の方が多いことを示しており，マグロ延縄の釣鉤水深が，必ずしも水深よりも浅くなるとは限らないばかりでなく，むしろ深くなる場合の多いことを示している。

計算値と実測値との差が正の場合，すなわち実測値が計算値より小さいということは，薬室の実験から，釣鉤が海流により吹き上げられることにより生ずるものと考えられる[5)]。

なお，Table 3 において明らかなように，実測値が計算値より小さい場合は，延縄の投縄方向と海流の流向との角度が 0～90 度の場合に多い。しかるに，釣鉤の番号は揚縄の順序に付されているので Fig. 3 における B の状態の時の方が，A の状態の時より起りやすいことを示している。

薬室の実験によれば[5)]，実測値が計算値より大きい場合は，海流の方向が延縄に対して平行に近い場合にまれに生ずる程度で，その出現率はきわめて小さく，また，1操業回の平均値において3本，ないし2本の鉤の実測値がともに計算値より大きいということは，ほとんど考えられない。しかるに，実測値が計算値より大きい場合の出現率は，必ずしも，延縄と海流の流向との角度が平行に近い程高いとは限らず (Table 4)，また，1操業回における平均実測値が，3本ないし2本ともに，計算値より大きい場合は，非常に多い (Table 5)。

Table 2. Percentage in plus and minus on difference of hook's depth between catenary value and survey value.

No. of hook*	Catenary value—Survey value	
	Plus	Minus
1	27.8 %	72.2 %
2	22.8	77.2
3	26.5	73.5

* Show in Fig. 2.

Table 3. Percentage in cases when difference of hook's depth between catenary value and survey value is minus by number of minus's hook.

Number of minus' hook	3	2	1	0
Percentage (%)	40.7	33.3	11.1	14.8

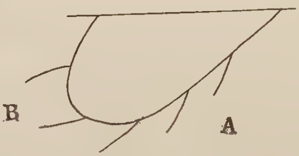


Fig. 3. A form of one bascket of long line that was brown by current.

また，実測値が計算値より大きくなるということは，魚体がかかり，その釣鉤が沈むことによつても生ずるが，その場合の出現率は漁獲率〔(漁獲尾数/鉤数)×100〕と同数値である。しかるに，実測値が測定された時の航海における漁獲率は 11 ないし 16% で，出現率 (Table 2) より遥に低く，したがつて，上記の現象は釣鉤に魚体がかかつたためによつて直接もたらされたとは考えられない。

しかして，前述したように，1操業回における平均実測値が3本ないし2本ともに計算値より大きいという場合が，非常に多いということは (Table 5)，同現象が，ボンデン間の距離が投縄時より短くなり，短縮率が小さくなつたことにより生じたものと考えられる。

なお，ボンデン間の距離が投

Table 4. Frequency on difference of hook's depth between catenary value and survey value by angle.

Kind of angle** \ No. of hook	1		2		3	
	Plus*	Minus*	Plus*	Minus*	Plus*	Minus*
a	3	8	2	10	3	8
b	5	8	6	11	5	11
c	3	5	2	6	—	4

* Catenary value—Survey value
** Show in Fig. 4.

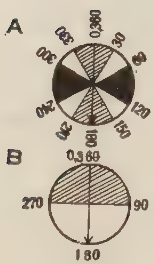


Fig. 4. Kind of angle by long line and current.
(A) in Table 4.
//// a
□ b
■ c
(B) in Table 5.
//// d
□ e

Table 5. Frequency on difference of hook's depth between catenary value and survey value by speed of current.

Speed of current \ No. of hook	1		2		3	
	Plus*	Minus*	Plus*	Minus*	Plus*	Minus*
knot 0.2～0.4	1	5	1	6	2	5
0.4～0.6	3	3	2	4	3	2
0.6～0.8	3	9	3	11	3	12
0.8～1.0	1	2	—	3	1	3
1.0～1.2	2	1	2	2	—	1
1.2～1.4	1	1	2	1	—	—

* Catenary value—Survey value

Table 6. Frequency on difference of hook's depth between catenary value and survey value by angle.

Kind of angle** \ No. of hook	1		2		3	
	Plus*	Minus*	Plus*	Minus*	Plus*	Minus*
d	43.5%	56.5%	33.3%	66.7%	40.0%	60.0%
e	11.1	88.9	10.0	90.0	0	100.0

* Catenary value—Survey value
** Show in Fig. 4.

縄時より短くなる原因については明らかではないが，Table 6 において，実測値が計算値より大きい場合と流速との間に関係がみられない点から，流速の影響でないことは明らかである。また，投縄時，揚縄時に縄が引張られるが，その影響でないことも確かである。しかして，その原因として，つぎのことが想定される。

1) 釣鈎に魚体が大量にかかることにより，その重みで，縄全体が引き寄せられる。

2) 海流の複雑な影響により，縄全体が引き寄せられる。

3. 幹縄がカテナリー曲線状になる場合の釣鈎水深の計算値と実測値との差の平均値

計算値と実測値との差の平均値は Table 7 に示す。遊泳層季節変化の検討の際の遊泳層は，航海毎に算出したので[1-4]，上述の平均値が同検討の際の計算値の誤差と考えられる。しかして，その平均値（Table 7）は遊泳層季節変化の差 30～50 m[1] に比しきわめて小さい。なお，この実験の際の海流の速さは 1.4 ノット以下であるが，計算値と実測値との差の平均値が負であるため，流速がより大きくなれば，平均値はむしろ計算値に近くなり，したがつて，誤差が大きくなる可能性は小さい。

Table 7. Mean of difference of hook's depth between catenary value and survey value.

No. of hook	1	2	3
Mean of depth	−0.56m	−1.39m	−1.19m

したがつて，遊泳層季節変化の検討の際は，計算値の信頼度は，必ずしも低いとは考えられない。

摘　　要

釣鈎水深の実測値と，幹縄がカテナリー曲線状にあると仮定した計算値とを比較したところ，つぎの結果を得た。

1) 計算値と実測値との差の分散は，水深によりほぼ一定している。

2) 実測値が計算値より小さい場合より，実測値が計算値より大きい場合の方が多い。

3) 実測値がカテナリーにおける計算値より小さいということは，葉室により海流の吹かれにより生ずることが明らかにされているが[5]，1鉢のうち，海流の来る側よりも反対側に，より多くみられた。

4) 実測値が計算値より大きいということは，ボンデン間の距離が短くなるため，すなわち短縮率が小さくなるために生ずるものと考えられる。

5) 計算値と実測値との差の平均値は，遊泳層の季節変化の差に比しきわめて小さく，同研究の場合には，延縄の幹縄がカテナリー曲線状にあると仮定した時の釣鈎水深の計算値の信頼度は，必ずしも低いとは考えられない。

文　　献

1) 中込　淳：本誌，**23** (9)，p. 518，1958.
2) 〃 ：〃 〃，p. 523，〃.
3) 〃 ：〃，**24** (3)，p. 169，〃.
4) 〃 ：〃 〃，p. 173，〃.
5) 葉　室：漁船研究技報 No. 0，かつおとまぐろ No. 0，1959.
6) 伊東敏郎・吉岡寛司：事業報告，昭和 29 年度，静岡県水産試験場，1957.
7) 吉原友吉：本誌，**16** (8)，1953.
8) 〃 ：〃，**18** (5)，〃.
9) 〃 ：〃，**19** (10)，〃.

ON THE LAW OF MECHANICAL SIMILARITY FOR DRIFT GILL NET

Tasae KAWAKAMI*

(Received Nov. 23, 1960)

The motion of a drift gill net in water aries from the motion of waves, and it is an accelerated motion. When the mass of the accessory of the net, such as sinkers or wire cables, is comparatively large, the neglection of the force due to acceleration may not be permissible. On the other hand, Tauti's modelling rule[1] has been derived by assuming that the net, including its accessories, is in equilibrium. Thus we are sceptical about the application of Tauti's law to model experiments on drift nets. This paper deals with a modelling rule, in which the motion of net is caused by the surface wave, and the acceleration of the sinker is so large that its inertia force can not be neglected but the hydrodynamic resistance can be neglected. The notations used here are distinguished by a prime (′) for model from the full-scale net. Tauti's criterions for modelling rule are as follows:

The reduction ratio, Λ, of the model

$$\frac{\lambda'}{\lambda}\equiv\Lambda, \tag{1}$$

where λ is the linear dimension of each section of the net, can be determined arbitrarily, but this ratio should usually be chosen as large as the circumstances permit. Next, the diameter, D, of the net twine and the density, ρ, of its material is determined such that the ratio

$$\frac{D'(\rho'-\rho_W')}{D(\rho-\rho_W)}\equiv V^2 \tag{2}$$

has an arbitrary constant value throughout all parts of the webbing, where ρ_W is the density of water. Then the length, L, of the bar of the mesh should be determined such that the ratio

$$\frac{L'}{L}=\frac{D'}{D}\equiv M \tag{3}$$

has a constant value for all sets of corresponding portions of the both nets. Thus we have three constants, Λ, V and M, which can be determined arbitrarily by chosing an appropriate scale of model, suitable material and proper size of netting twine.

For the model thus made up the ratio of current velocity, v, between the model and the full-scale net should be given by

$$\frac{v'}{v}=V, \tag{4}$$

and the tension, T (force per unit length), in the webbing is given by

* Dept. of Fisheries, Kyôto Univ., Maizuru, Japan. (京都大学農学部水産学科)

$$\frac{T'}{T}=V^2. \tag{5}$$

Now we consider the case where the mass of the sinker and the acceleration of its motion due to the wave is large as compared to the hydrodynamic resistance due to the relative motion against the water.

According to the theory of surface gravity wave in deep water, the period, t, is given as a function of wave length, l, as follows

$$t=\sqrt{2\pi l/g}, \tag{6}$$

where g if the gravity acceleration. And if the height of the wave at the surface be denoted by $2r_0$, the radious of orbit of the water motion at a depth z is given by

$$r=r_0\exp(-2\pi z/l). \tag{7}$$

Hence at the geometrically similar points, $z'/z=l'/l$, we have

$$\frac{r'}{r}=\frac{r_0'}{r_0}.$$

Therefore, if the reduction rate, Λ, of the model is equal to that of the wave length and if the both waves are geometrically similar,

$$\Lambda=\frac{l'}{l}=\frac{r'}{r}=\frac{r_0'}{r_0}.$$

This means that at corresponding position (or corresponding depth) of the both nets, the reduction rate of orbit of the wave motion is equal to that of the model.

The velocity, v_W, of the water motion at a corresponding position is given by

$$\frac{v_W'}{v_W}=\frac{r'/t'}{r/t}=\frac{\lambda'}{\lambda}\sqrt{\frac{l}{l'}}=\sqrt{\Lambda}.$$

Since the motion of net is caused by the wave motion, it is natural that the velocity, v_n, of the motion of the net is proportional to the velocity, v_w, of water motion. Therefore, the relative velocity, v, of the net against the water may be proportional to the velocity of water motion:

$$\frac{v_n'}{v_n}=\frac{v_w'}{v_w}=\frac{v_n'-v_w'}{v_n-v_w}=\frac{v'}{v}=\sqrt{\Lambda}.$$

Remembering equation (4), this gives

$$V^2=\Lambda. \tag{8}$$

It is to be noticed that when $(\rho'-\rho_w')=(\rho-\rho_w)$,

$$\frac{D'}{D}=\Lambda, \text{ hence } \Lambda=M. \tag{9}$$

This is a conclusion led from the fact that the velocities of motions of both the net and the water are determined by the wave length.

The acceleration, a, of the sinker will be proportional to r/t^2, then we have

$$\frac{a'}{a}=\frac{r'/t'^2}{r/t^2}=\frac{r'}{r}\frac{l}{l'}=1,$$

i.e., the magnitude of accelerations of the both nets are equal each other, irrespective of their sizes.

Now we consider a lead line to which n sinkers per unit length are attached, and let the mass of the sinkers and its acceleration be so large that the apparent weight and the inertia force are remarkably large as compared with the hydrodynamic resistance. Let ρ_s be the density of the material, D_s be its size. Then the apparent weight per unit length of the lead line will be proportional to $nD_s^3(\rho_s-\rho_w)$.

In order to accelerate a solid body in a fluid, it is not only necessary to exert a force equal to the product of the mass of the body and its accelelation, but an additional force is required to accelerate the mass of the fluid substance set in motion by it. This additional force for various bodies depends on its shape and on the direction of motion, and is represented by supposing that the mass of the body is increased by certain amount proportional to the product of the density of the fluid and the volume of the body. Therefore, the apparent inertia force per unit length of lead line will be represented by $nD_s^3(\rho_s+p\rho_w)a$, where p is a constant depending on the shape of the sinker and on the direction of motion.

The criterion for mechanical similarity is that the ratio of the apparent weight between the model and full-scale net is equal to that of the inertia forces between the both nets and further this ratio must be equal to that of tensions in the webbing of the both nets:

$$\frac{n'D_s'^3(\rho_s'-\rho_w')}{nD_s^3(\rho_s-\rho_w)}=\frac{n'D_s'^3(\rho_s'+p\rho_w')a'}{nD_s^3(\rho_s+p\rho_w)a}=\frac{T'}{T}=\Lambda V^2, \tag{10}$$

From this equation, we have

$$\frac{\rho_s'-\rho_w'}{\rho_s-\rho_w}=\frac{\rho_s'+p\rho_w'}{\rho_s+p\rho_w}=\frac{\rho_s'}{\rho_s}=\frac{\rho_w'}{\rho_w}\equiv R. \tag{11}$$

i.e., the ratio of densities of the sinkers should be equal to that of the densities of water. This ratio R is nearly equal to unity in ordinary model test.

Writing

$$\frac{n'}{n}\equiv N,$$

we have

$$\frac{D_s'^3}{D_s^3}=\frac{\Lambda V^2}{NR}=\frac{\Lambda^2}{NR}. \tag{12}$$

If the total number of sinkers is equal for the both nets, i.e., $N\Lambda=1$, and if $R=1$, we have

$$\frac{D_s'}{D_s} = \Lambda. \tag{13}$$

Putting together these results, it may be concluded that if the model is constructed of the same material as in actual gear, the reduction of size must be the same throughout every part of the gear.

This work was supported in part by a research fund granted from the Ministry of Education.

Reference

1) Tauti, M.: A relation between experiments on model and on full scale of fishing net. This Bull., **3**(4), 171–177, (1934).

カムチャッカ西沿岸海域におけるタラバガニの標識放流とその移動について

山 本 正

(1960 年 12 月 14 日受理)

TAGGING EXPERIMENTS OF THE KING CRAB IN THE WEST COAST AREAS OF KAMCHATKA WITH SPECIAL REFERENCE TO ITS MIGRATORY MOVEMENTS.

Tadasu YAMAMOTO*

From 1955 to 1958 the tagging experiments were conducted on the king crab (*Paralithodes camtschatica* TIBELIUS) in the west coast areas of Kamchatka, and on analysing the data of recapture, the following results were obtained.

1) The number of recapture of the tagged crabs decreased from the year following release, until they were no more captured from the fourth year on. During 1955～1957, the every year's ratio of recaptured to liberated number was 15.9% in average.

2) The results of recapture in the years of release suggest that during April and May the king crab in this area moves northward from offshore to the coast, that in June it begins to go southward along the coast until it has advanced in the south part of the areas in July～August, and that durins August and September it starts the movement toward offshore. The movement is slow at the beginning of fishing season (from April to October) and becomes more active as the stock goes southward.

3) In the year following release, the tagged crabs are widely scattered in the fishing ground regardless of the locality of release, and the rate of recapture at the beginning of fishing season is proportional to the catch.

4) From these results it may be possible to regard as one stock the king crab in the areas of west coast of Kamchatka.

カムチャッカ西沿岸海域のタラバガニ漁場での日本船団によるカニ標識放流は戦後操業開始の当初 (1955年) から毎年連続して行われており，1958 年までにおよそ 16,000 尾のカニが放流されている。戦後は漁場が距岸約 15 浬以遠に制限されたので沿岸近くで放流を行うことはできなくなつたが，戦前と異なり沖合へ漁場が拡大したので，この広大な水域におけるカニの移動を知るにはこうした点でかえつて都合がよくなつたともいえる (Fig. 1)。戦前の放流とその結果については丸川 (1933)[1]，宇野 (1935)[2]，佐藤 (1958)[3] などの報告があつて専ら移動について考察が行われているが，戦後の記録によつてこの点を検討するのも意義のあることと考えられる。

ここでは戦後，1955～1958 年の各年に放流されたタラバガニの日本船団による再捕記録とソ連船が再捕して日本側に報告した記録とを併用したが，ソ連側の記録には報告漏れもあるだろうし，漁法なども異つた点があるので，これは副次的に取扱うこととした。なお，日本船団中，白根山丸の放流および再捕には著者が担当従事した。

1. 標 識 放 流

使用された標識はペーターソン型と ROUNSEFELL, G.A. (1953)[4] の甲殻型であり (Fig. 2)，1955 年の白

* 太平洋養魚株式会社 (Taiheiyo Yogyo Co., LTD. Marunouchi Building, Tokyo).

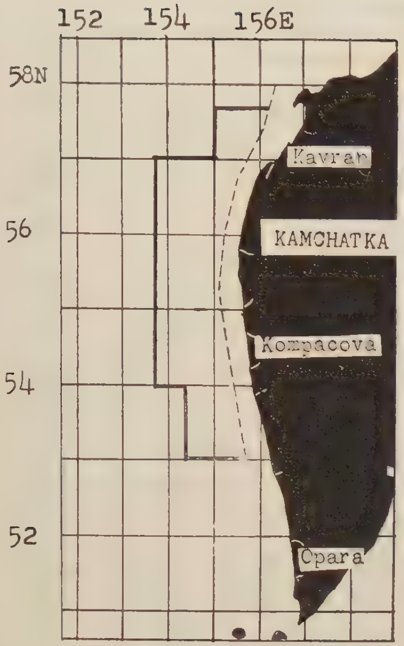


Fig. 1. Fishing grounds of Japanese crab tangle nets in the West Coast area of Kamchatka, 1955～1958. Broken line indicates the restricted line.

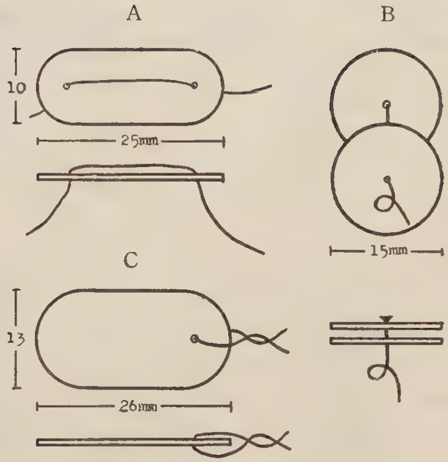


Fig. 2. Tags used in marking the King Crab. A, "Crustacean" type (ROUSENFELL & KASA, 1945); B, "Peterson disc" type. A and B were used by Japanese vessels and C by Sobiet ones.

洋丸，1956 年の白根山丸が使用した標識はすべてペーターソン型であり，1957 年および 1958 年の出漁4船団はペーターソン型と甲殼型とを併用した。また政府調査船は甲殼型を使つた。標識板はセルロイド製でペーターソン型ではステインレス線を，甲殼型ではビニールびき銅線とビニール紐の2種を取付け部に使用した。なお，ソ連の標識ははじめ亜鉛板で取付部にビニールびき銅線が用いられていたが，1957 年頃からビニール板を銅線で取付けた標識ガニが再捕されている。

放流に使用したカニは調査船によつて敷設された試験底刺網によつて採捕されたもの，あるいは底曳網による調査の際採捕されたものの中から活力旺盛なものを選んだ。標識の取付け部位はペーターソン型標識の場合には，甲殼上面，右下のところ，また甲殼型の場合には第3脚第一節基部が選ばれた。ソ連の標識取付部位は後者であつた。

標識ガニが再捕された場合には揚網位置からその場所を記録し，図面上でさらに検討を行つた。しかし母船上で製造工程中に発見されたものもあつて，この場合には一応，母船の位置を記録した。再捕月日には揚網月日の前日をとつたが，網の海中に敷設されている期間がまちまちであり，実際の罹網月日は知るよしもない。ただこの場合の再捕月日と実際の罹網月日との差は大きく見積つて10日前後と推定してよいだろう。

放流尾数は 1955～1958 年の各年にそれぞれ 531，169，7113 および 8307 尾，合計 16,120 尾であり，本格的に標識放流が行われたのは 1957 年以降といつてよい。各年の放流も 58°N～53°N に亘る広範な水域で行われているが不定期に行われ，年度によつて放流尾数はもちろん，時期・場所が一定していない（Table 1)*。

---

* Table 1 では放流場所・月日の不明確なものを除いて集計してあるので，その放流尾数の総計は実際の放流尾数より少なくなつている。

Table 1. Number of tagged Crabs released in 1955～1958.

Year	Latitude	Number of crabs released						
		April	May	June	July	Aug.	Sept.	Total
1955	N56～55	51	190					241
	55～54	34	10	67				111
	54～53	16						16
	Total	101	200	67				368
1956	57～56		49	31				80
	56～55					71		71
	Total		49	31		71		151
1957	58～57			682				682
	57～56	137	20	1,785		100		2,042
	56～55	69		70	2,650			2,789
	55～54		90					90
	Total	206	110	2,537	2,650	100		5,603
1958	58～57			592	1,140	758		2,490
	57～56		881	1,292	200			2,373
	56～55	35	31	120	168	840		1,194
	55～54		175		100	370		645
	54～53					264	265	529
	Total	35	1,087	2,004	1,608	2,232	265	7,231
Sum total		342	1,446	4,639	4,258	2,403	265	13,353

2. 標識ガニの再捕結果

2-1 再捕尾数および再捕率

1955～1958 年に標識放流されたカニの再捕尾数および再捕率を取纏めると Table 2 のようになる。ソ連側で再捕されたものの報告は 1955 年および 1956 年のカニについては無く，1956 年放流のカニについては放流尾数の 132/7113 ≒ 0.0186，日本側の再捕数に対しては 132/1095 ≒ 0.1205 であつた。

Table 2. Number of tagged Crabs recaptured in 1955～1959.

Release		Number of recapture						Percentage of recapture
Year	Number	1955	1956	1957	1958	1959	Total	
1955	531	46+0	11+0	4+0			61+0	11.5
1956	169		21+0	9+0	1+0		31+0	18.3
1957	7,113			716+44	370+88	9+0	1,095+132	17.3
1958	8,307				288+72	218+?	506+72+α	(>7.0)

+ Number: Number of Crabs recaptured by Sobiet vessels.

1958 年放流のカニについては 1959 年および 1960 年の分が判つていないので再捕合計が集計できない。日本側での放流数に対する再捕数総計の割合は 11.5～18.3 (1955～1957 年)，平均 15.9% であるが，実際はこれにソ連側での再捕数が多少加わるので，かなり高い価を示すことになろう。なお，1955～1958 年の日本およびソ連船団の漁獲量を Table 3 に附記しておく。

Table 3. Catch of crabs in the West Coast area of Kamchatka.

Year	Japan			USSR		
	No. of Motherships	No. of "Tan"* used	No. crabs caught	No. of Motherships	No. of "Tan" used	No. crabs caught
1955	2	390719	4973770	6	932000	18539000
1956	4	922077	9535108	6	1221000	19296400
1957	4	1115630	10180795	6	1434500	19265500
1958	4	1490161	9958576	6	1421935	16468500

* A "Tan" is a unit of crab tangle net.

放流された年内における標識ガニ再捕率は 3.3～15.9，平均 14.1％（1955～1958 年）(Table 4) であるが，漁期のはじめ（4 月）に放流されたカニの漁期中における再捕率は 9.9～40.0，平均 21.5％ になる。しかし，1955～1958 年年の 4 月に放流されたカニの総数について再捕率を算出すると 15.8％ になる。これは 1958 年の放流数が少ないのに，特別に再捕率が高かつたためである。なお，放流後 1 カ月間に再捕されたものの割合を，1955～1958 年の各月に放流されたカニの総計に対して算出すると Table 5 のようになる。

標識ガニは，1955～1957 年の各年とも，引続き 3 年目までは再捕されているが，4 年目から全く再捕されなくなる。標識方法が脱皮によつて失われないような工夫が特別にされていないので，長期に亘つて標識が保存されないのは当然のことではあるが，それにしても 3 年目に再捕されたカニは，それが標識が漁期の終りに行われたとしても，2 カ年近くの期間脱皮が行われなかつたことになる。漁獲の対象となつている雄成ガニは年に 1 回，時には 2 年に 1 回の脱皮しか行わないのではないかと考えられる。

Table 4. Monthly recoveries of tagged Crabs during the year of release.

Year	Month	Number of crabs released	Number of crabs recaptured	Percentage of recapture
1955	April	101	10	9.9
	May	200	21	10.5
	June	67	3	4.5
	July	—	—	—
	August	—	—	—
	Total	368	34	9.2
1956	April	—	—	—
	May	49	4	8.2
	June	31	1	3.2
	July	—	—	—
	August	71	16	22.5
	Total	151	21	13.9
1957	April	206	30	14.6
	May	110	12	10.9
	June	2537	459	18.1
	July	2650	371	14.0
	August	100	3	3.0
	Total	5503	875	15.9
1958	April	35	14	40.0
	May	1087	62	5.7
	June	2004	31	1.5
	July	1608	22	1.4
	August	2332	112	4.8
	Total	7066	241	3.3

Table 5. Recoveries of tagged crabs during the year of release and during a month after release.

Month of release	Total number of crabs released in 1955～1958	Recoveries (percentage) A	Recoveries (percentage) B
April	342	54 (15.8)	35 (10.3)
May	1446	99 (6.8)	41 (2.8)
June	4639	494 (10.6)	295 (6.4)
July	4253	385 (9.1)	383 (9.0)
August	2503	139 (5.5)	124 (5.0)
Sum	13183	1171 (8.9)	883 (6.6)

A: during the year of release.
B: during a month after release.

2-2 移動方向

放流された標識ガニは月日の経過とともにストックに混入，ストックの移動経路に集るであろうが，この経路を調べるため 1955～1958 年の各月に放流されたカニについて，放流された年に再捕されたカニの放流地点から再捕地点に至る直線距離とその移動方向を求め，これをさらに経過日数によつて3階級（放流後1～10 日，11～30 日および 31 日以上）に分けて集計して検討した (Table 6)。ただし移動方向の取纒めは 16 方位に区分して（必要に応じてこれをさらに 8 方位に取纒めた），各方位に当る再捕ガニの頻度を求めた。

Table 6. Recoveries of tagged crabs in different directions of movement during the year of release.

Month of release	Days after release \ Direction	Number* of recaptures																Total No. of crabs recp.
		SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	
April	<10	5		1		2	1	1	2	1	1	1		1	2	5	1	24
	11～30								1			2	1	1	1	3	2	11
	>31		3	1	1							4	2	4	2	1	1	19
May	<10		1	1	1	3						8	2	5	1	3	1	26
	11～30										1	4	4	6				15
	>31	2	14	6	5	2				1			5	7	8	4	4	58
June	<10		1	4	5	15	3	65	10	19	3	19	17	8		2		171
	11～30	2	2	6	17	3		19	3	11	6	23	11	14		7		124
	>31	4	4	17	125	28	2	1			1	2		4	3	4	4	199
July	<10			3		9	4	10		85	33	31		2		1		178
	11～30	22	1	8	5	9		23	7	72	15	39		1		1	2	205
	>31				2													2
August	<10	1		14	15	15	3	5	6	7		13	1	17		1		98
	11～30			1	3	12	3	3	1	2	3	1		1				30
	>31			5	2			1		1	2							11

* Total of numbers of crabs recaptured in each year during the years 1955～1958.

Table 6 の結果を8方位に取纒めて図示すると Fig. 3 が得られる。この図から窺える点を要約すると次のようになる。(1) 4・5 月に放流されたカニは放流後 10 日間は E 方向に動く個体が多い傾向がみられるが，全体として動きがまちまちである。しかし，1 カ月前後経過すると，E・NE 方向への動きが明瞭となり 1 カ月以上経過すると E・NE 方向と S 方向の 2 方向への動きがみられるようになる。(2) 6月と7月に放流されたカニの移動傾向は略似かよつていて，10 日前後までは NW 方向が優勢であるが，1 カ月前後になると動きがやや不定となり，1 カ月以上になると S-SW の動きが顕著となる。(3) 8 月に放流されたカニでは 10 日前後の動きは不定であるが，1 カ月前後になると SW 方向が優勢となり，1 カ月以上経過すると S 方向に NW 方向の動きが加わるようになる。

4・5 月の放流地点は 15 浬線よりかなり沖合に分布しているが，6～8 月の放流地点は 15 浬線の近くに分布しているので (Fig. 4)，6～8 月に放流されたカニの中には 15 浬線内に動いた個体が相当あることが予想され，また Fig. 3 で 6～8 月に放流されたカニの E 方向へ移動したものの出現頻度が低いのもこうした点がかなり影響していることと考えられる。しかし，カムチャッカ西沿岸海域におけるタラバガニ・ストックは 4・5 月に沖から沿岸に向けて北上し，6 月頃から沿岸ぞいに南下群が現われ，7 月から 8 月にかけて沿岸ぞいに南下し，8 月には沖合に出る群が現われるといつた大きな洄游をするということがいえそうである。

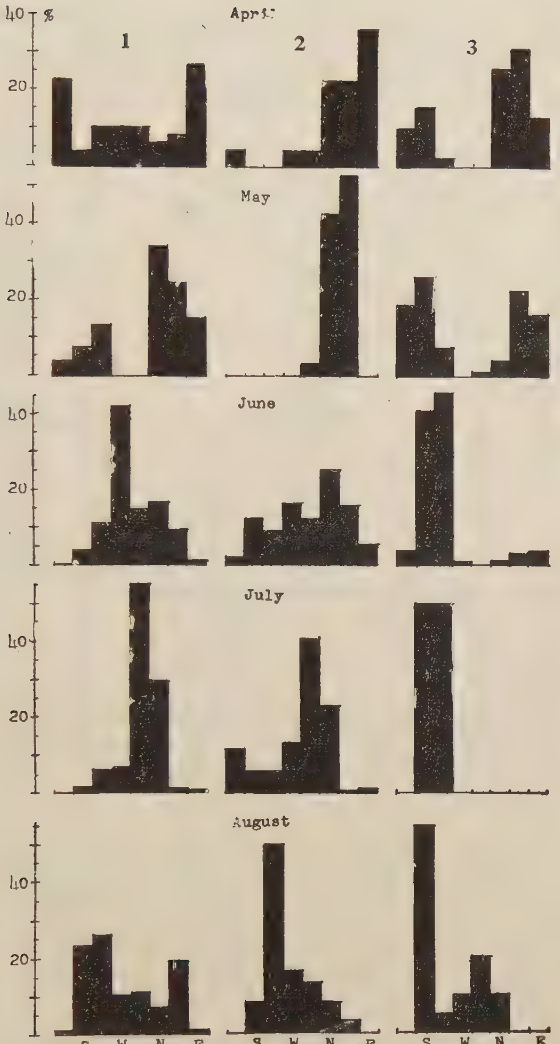


Fig. 3. Frequency distributions of recovery rates of tagged crabs recaptured in different directions of movement in the year of release (Average of the years, 1955~1958). 1, 2, and 3 showing recovery rates during 10 days, 11~30 days and over 30 days after release respectively.

2-3 移動速度

前記の Table 6 に従つて各方向について放流地点から再捕地点までの直線移動距離の平均値を求めると Table 7 のようになる。4~8 月の各時期に放流された標識ガニの動きは一般に放流後はじめの 10 日間はおそく，次第に速くなるようであり，また季節的には漁期のはじめの動きはにぶく，6 月頃から次第に動きが速くなり，7 月に最も速くなつて 8 月になると再び動きがにぶくなつてくるといつた傾向が窺われる。一般に南下群の動きが速いようである。

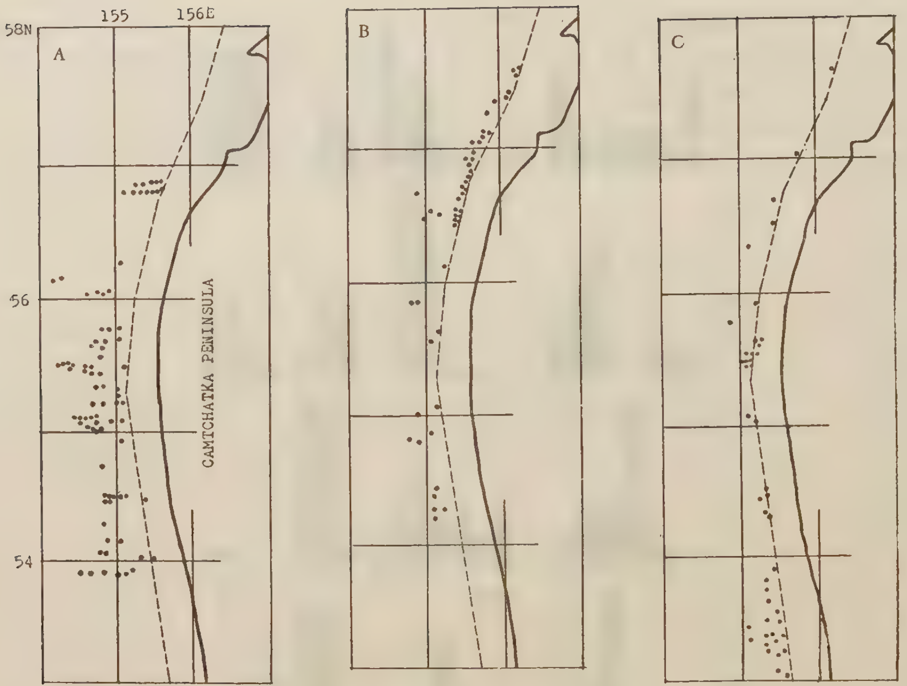


Fig. 4. Released positions of tagged King Crabs during 1955~1958.
A: released during April and May. B: released during June.
C: released during from July to September.

Table 7. Traveled Distance of tagged Crabs.

Month of release	Days after release \ Direction	Distance* of movement (Nautical Mile)																Average
		SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	
April	<10	3.3		1.0	5.5	2.2	5.0		3.7	3.0	2.0	4.0		1.0	4.7	3.4	2.5	3.2
	11~30								5.0			19.5	23.0	7.0	4.0	6.3	6.5	10.1
	>31	25.0	20.0	26.0	27.5							51.5	27.0	35.2	13.0	17.0	31.0	27.3
May	<10		7.0	0.5		4.5		1.0				3.1	9.0	5.0	4.0	5.3	3.0	4.2
	11~30										5.5	41.0	69.2	27.5				35.8
	>31	14.0	52.0	15.5	27.5	13.5				3.0			54.0	30.8	16.0	10.0	19.0	23.2
June	<10		6.0	3.0	5.0	3.9	4.1	2.9	5.5	2.9	2.5	1.4	2.6	3.0		13.0		4.2
	11~30	15.0	13.5	5.6	22.8	4.8		3.5	7.1	7.6	8.1	4.8	10.8	12.2		11.5		9.8
	>31	14.0	14·0	88.0	28.5	15.1	5.0	0.5			3.5	6.0		4.0	5.5	4.0	6.8	16.0
July	<10			4.3		3.8	2.0	1.9		3.0	3.5	3.7		2.0		5.0		3.3
	11~30	1.3	8.0	6.5	52.8	6.1		2.2	5.1	2.6	6.4	3.3		2.5		1.0	3.0	8.0
	>31				116.0													116.0
August	<10	13.0		3.6	7.0	5.5	6.3	2.7	4.4	2.1		3.0	4.5	4.6		2.0		5.0
	11~30			93.0	17.3	8.0	6.3	9.3	10.3	8.7	16.5	2.0		2.5				17.3
	>31			57.0	8.5			14.0		32.0	20.2							26.3

* Average distances of crabs moved in a direction.

2-4 放流次年度の標識ガニについて

標識ガニの再捕率は次年度になるとかなり減少する。放流年内（初年）の再捕率の比に対して2年度および3年度の再捕率の減少割合は Table 8 のようになる。再捕率が放流後年々低下することは当然のことであるが，タラバガニの場合は標識の脱落，特に脱皮による脱落がこの低下に大きく影響していることが予想される。



Fig. 5. Tagged King Crab released-recovered positions. Release during 1957 and Recovery during 1958. Circles indicate positions of release. Dots indicate positions of recapture.

Table 8. Decrease in recovery of tagged crabs with year.

Year of release	Decrease in rate of recovery*	
	1st～2nd year	2nd～3rd year
1955	0.76	0.64
1956	0.57	0.89
1957	0.48	0.98

* Calculated from Table 2.

放流尾数が多く，再捕記録が3年に亘つてとることのできた，1957年放流の標識ガニについて次年，すなわち 1958 年に再捕されたものの再捕地点は放流地点および時期と無関係に漁場内に広く分散している (Fig. 5)。一方，季節的に再捕地点を概観すると 4～6 月には北上の傾向が，また 6～9 月にかけて南下の傾向が窺われる。

さらに再捕数の多い 4・5 月の再捕ガニについて，両月の合計 237 尾に対する4月および5月の再捕ガニの割合はそれぞれ 13.5% および 86.5% となり，一方漁獲尾数では 4・5 月の合計 2872.5×10^3 尾に対して，4月および5月の漁獲量の割合はそれぞれ 14.7% および 85.3% となつていて，両者の比率はかなりよく一致している。また地域別にみても漁獲尾数の割合と再捕ガニの割合の間には大差がない (Table 10)。つまり標識ガニは次年度にはストックの中に均等に分散して採捕されていることが推定される。

3. 移動に関する考察

宇野 (1935) はカムチャッカ西沿岸海域を北部，中部，南部の3海区に分けそれぞれの海区の放流数と漁期別再捕数から概観して北方では岸に沿つての南下とカフラン河口への集合，南部ではオパラ河口への移動と岸に沿つての北上，中部では岸に沿つての南下または北上とコンパ

Table 9. Distribution of position where tagged crabs in 1957 were recaptured in 1958.

Latitude	No. of released positions	Number of recaptured positions					
		April	May	June	July	August	Sept.
58～57 N	8		6	8	1		
57～56 N	38	3	19	17	6	2	
56～55 N	17	21	17	5	2	4	
55～54 N	6		2	1			1
54～53 N							1
Total	69	24	44	31	9	6	2

Table 10. Recoveries of tagged crabs released in 1957 in April and May 1958 and catch of Japanese vessels in the same season.

Latitude	Recoveries			Catch (×10^3 crabs)		
	April	May	Total	April	May	Total
58～57 N	0	13(5.5)	13(5.5)	0	280.4(9.7)	280.4(9.7)
57～56 N	2(0.9)	80(33.7)	82(34.6)	42.4(1.5)	1,196.8(41.7)	1,239.2(43.2)
56～55 N	30(12.6)	112(47.3)	142(59.9)	369.7(12.8)	953.6(33.3)	1,323.3(46.1)
55～54 N	0	0	0	11.6(0.4)	17.8(0.6)	29.4(1.0)
54～53 N					0	0
Total	32(13.5)	205(86.5)	237 (100)	423.7(14.7)	2,448.6(85.3)	2,827.3 (100)

( ): %.

河口への集合が移動の主流であるらしいとし，佐藤 (1958) はまたこの水域のタラバガニの移動について，つぎのように述べている。すなわちその水域を (1) カフラン水域 (57°－10′N 以北)，(2) 北部水域 (55°－10′～57°－10′N)，(3) 中部水域 (53°－10′～55°－10′N)，(4) 南部水域 (51°－10′～53°－10′N)， (5) 北千島水域 (51°－10′N 以南) の5水域に分け，標識放流の再捕記録および陸上工場の漁獲記録を取扱つて，タラバガニは 4・5 月の生殖時期につぎつぎと群をつくつて沿岸浅部に来游し，ゾエア卵の孵化，雌ガニの脱皮，交接，産卵を終えると一般に索餌群として沿岸に沿つて 10～20 浬ほど南下するとともに6月下旬～7月にかけて沖合に出はじめる。これらのカニはどの水域でも翌春までには北上して現われ，再び生殖のための沿岸部への来游，索餌群としての南下を繰返えす。北上は9月頃からはじまる。このような魚群行動の中で著しい特徴は，どの水域でも漁期中の南下の度合がほぼ等しいのに反して，翌春までの北上の度合が水域によつて異る点であるとし，南部水域ほど北上の度合が大きいのはカニの分布密度の差によるものであつて最も密度の高い北部水域で翌春の北上の度合が小さいのは生産力が高いので分散の度合が低いことを意味し，分布密度の低い南部水域ほど生産力が低いので北方への分散度が高いとしている。このように沿岸においては再生産の場がいくつかの水域に分けられることは一応考えられることではあるが，カムチャッカ西沿岸水域の少くとも漁獲の対象となるカニ群を必ずしもこのように5または北千島水域を除いても4水域にわけ得るかどうか疑問があり，標識放流ガニの再捕の結果から見て，カムチャッカ西沿岸水域のカニ群は 4・5 月に沖から沿岸に向けて北上し，6月頃から沿岸ぞいに南下群が現われ，7月から8月にかけて沿岸ぞいに南下し，8月には沖合に出る群が現われるといつた大きな洄游をするということがいえそうである。また次年度再捕の標識ガニはストックの中に均等に分散して漁獲されている点も考慮に入れれば，この広い水域のカニ群を1つの群衆として取扱う考え方も許されるのではないだろか。この点については沖合における地域別漁獲量の季節的変動，海況の変化，その他の事項も総合してさらに検討を加えたいと思う。

本研究を行うに当り，御指導を賜つた大島泰雄教授ならびに実施に際して御援助を載いた北洋水産株式会社社長大西廉作，専務取締役台田甲辰の両氏に深く感謝の意を表する。

参 考 文 献

1) 丸川久俊： たらばがに調査. 水産試験場報告，No. 4, (1933).
2) 宇野道夫： 標識放流試験の結果より見たるタラバガニの移動について. 水産学雑誌，**3** (5), (1935).
3) 佐藤 栄： タラバガニの発育並びに漁業生物学的研究. 水産庁北海道区水産研究所報告， No. 17, (1958).
4) George, A. Rounsefell and W. Harry Everhart: Fishery Science its Methods and Applications. (1953).

単位漁獲努力当り漁獲量の分布型が指数型分布に近似する漁業種類の漁獲機構について

山 本 忠

(1960 年 12 月 19 日受理)

ON THE MECHANISM OF FISHING IN WHICH DISTRIBUTION CURVE OF CATCH PER UNIT EFFORT IS VERY LIKE LOGARITHMIC DISTRIBUTION

Tadashi YAMAMOTO*

The type of distribution curve of catch per unit effort of the fishing in which gear is not moved by operation is very like exponential distribution. For this reason the author assumed the mechanism of such fishing as follows:

(1) A fish forms schools in the water and the distribution of the amount of fish constituting unit school is exponential distribution, which is represented by the formula (1),

(2) The number of schools to be caught by unit effort conforms to Poisson's distribution, and it is represented by the formula (2),

(3) When n schools are taken at random from $\phi(x)$ as defined in (1), the distribution of amount of fish constituting n schools is given by the formula (3).

Under these assumptions, the theoretical distribution of catch per unit effort is determined by the formula (4), and its mean and variance are given by the formulae (5) and (6) respectively.

Parameters obtained under these assumption are shown in Tables 1, 2 and 3, and theoretical distribution curves with these parameters are compared with the actual distributions in Figs. 1~5.

In this comparison, the theoretical distributions are well fit for actual one sexcept the case where the actual distribution is like logarithmic normal or heavy exponential one. Providing that the assumptions mentioned above is reasonable, it can be estimated that in case of Sardine gill net the averages of amount of fish constituting unit school range from 120 "kan" (450 kg) to 170 "kan" (670 kg) and the number of schools taken by unit effort is 0.6 to 1.6.

緒 言

川上[1]は魚が漁具によつて漁獲される時の漁獲量の分布は複合分布をするものとし，その幾つかのモデルを示している。また，岡[2]は或る一定水域の中の魚群の数の分布は Poisson 分布し，魚群自体は彷徨変倚するものとし，以西機船底曳網の一曳網によつて得られるキダイの魚群構成を推察している。

筆者[3]はさきに得られた各種漁法による単位努力当り漁獲量の分布型のうちで，魚群の来游を待ち受けて漁獲する刺網，定置網，地曳網の単位努力当り漁獲量の分布が指数型分布に近似することから，魚は水中で魚群を構成し，かつ単位魚群の大きさ（以下魚量という）は指数型分布をしているのではないかと推定し，このような場合の漁獲機構について検討を行つた。

本研究を行うに当つて，その動機を与えられ，かつ研究結果の御校閲を賜つた京都大学教授川上太左英博

* 農林省統計調査部水産統計課 (Fisheries Statistics Sec., Statistics and Survey Div., Ministry of Agri. and Forestry, Tokyo).

士ならびに数理的取扱いについて御指導を賜つた農林省統計調査部企画官津村善郎博士，同部紫村次晴技官に深甚の謝意を表する。

漁獲機構の仮定

魚群の来游を待ち受けて漁獲する漁法の漁獲機構を次のとおりと仮定した。

（1） 魚は群をなして游泳し，魚量は指数型分布をしている。

（2） 単位努力で漁獲される魚群の数は Poisson 分布をする。

（3） 魚群が網に入るという事象は互いに独立である。

以上の仮説にしたがえば

（1） 漁場における魚量 x の分布は

$$\phi(x)=\frac{1}{k}e^{-x/k} \tag{1}$$

その平均値および分散は

$$\bar{x}=\int_0^\infty x\phi(x)\,dx=k\ ,$$

$$\sigma^2=\int_0^\infty (x-k)^2\phi(x)\,dx=k^2$$

（2） 単位努力に漁獲される魚群の数 n の分布は

$$P(n)=\frac{e^{-\lambda}\lambda^n}{n!} \tag{2}$$

その平均値および分散は

$$\bar{n}=\sum_{n=0}^{\infty} n\,P(n)=\lambda\ ,$$

$$\sigma^2=\sum_{n=0}^{\infty} n^2\,P(n)=\lambda$$

（3） $\phi(x)$ より，任意に n 群抽出したときの魚量の和 x の分布は

$$\phi_n(x)=\frac{1}{(n-1)!}\frac{1}{k^n}x^{n-1}e^{-x/k} \tag{3}$$

ここに $\phi_n(x)$ は

$$\begin{cases}\phi_0(x)=1 & x=0\\ \phi_0(x)=0 & x>0\end{cases}$$

となる。

その平均値および分散は

$$\int_0^\infty x\,\phi_n(x)\,dx=nk$$

$$\int_0^\infty x^2\phi_n(x)\,dx=n(n+1)k^2$$

実際の単位努力当りの漁獲量 x の分布は $P(n)$ と $\phi_n(x)$ との複合分布と考えられるので，その分布 $\Phi(x)$ は

$$\Phi(x)=\begin{cases}e^{-\lambda} & x=0\\ \sum_{n=1}^{\infty} P(n)\phi_n(x) & x>0\end{cases} \tag{4}$$

その平均値および分散は

$$\bar{x} = \int_0^\infty x\Phi(x)\,dx = \int_0^\infty \sum_{n=1}^\infty x\,P(n)\,\phi_n(x)\,dx$$
$$= \sum_{n=1}^\infty P(n)\int_0^\infty x\,\phi_n(x)\,dx = k\sum_{n=1}^\infty n\,P(n)$$
$$= k\lambda \qquad (5)$$
$$\sigma^2 = \int_0^\infty x^2\Phi(x)\,dx - (k\lambda)^2$$
$$= \sum_{n=1}^\infty P(n)\int_0^\infty x^2\phi_n(x)\,dx - (k\lambda)^2$$
$$= \sum_{n=1}^\infty (n^2+n)P(n)k^2 - k^2\lambda^2$$
$$= 2k^2\lambda \qquad (6)$$

ここに，単位努力当り漁獲量の平均 $\bar{x}$ および分散 σ^2 は漁獲記録から得られるので，これらを (5), (6) に代入すれば，母数 k および λ を求めることができる。

研　究　結　果

農林省統計調査部では昭和 28 年以来，各県の主要な漁業種類についてその漁獲量を推定するために標本調査を実施している。この調査では標本として抽出された漁船（定置網，地曳網では最小の操業単位である漁ろう体）について漁業日誌を用いて毎航海の漁獲量（定置網，地曳網では毎日の漁獲量）を調査している。

上記のような漁獲記録の中から，単位航海（定置網，地曳網では漁獲日）当りの漁獲量の分布型が指数型分布に近似する漁業種類を選んで k および λ の値を (5), (6) 式で求め Table 1 の結果を得た。また，これらの k および λ の値を (4) 式に代入して得られた理論分布と漁獲記録から得られた実際の分布とを対照すると Figs. 1～5 のとおりである。

Table 1. Parameters obtained by Type of Fishery.

Type of Fishery	Locality	Date	Tonnage of boat used	Parameters			
				$\bar{x}$	$C_x=\frac{\sigma}{\bar{x}}$	k	λ
				kan		kan	
Sardine Gill Net	Niigata	May 1952	5～10	120	1.57	174	0.69
ditto	ditto	〃 1953	〃	132	1.39	127	1.04
〃	〃	〃 1954	〃	512	1.19	362	1.44
〃	〃	〃 1955	〃	247	1.11	152	1.63
Yellowtail Set Net	Sagami Bay	Jan.～May 1953		1,290	1.91	1,330	0.97
Mackerel Set Net	ditto	June～Dec. 1953		680	1.38	646	1.05
Mackerel Beach Seine	Chiba	May～Sept. 1954		144	1.42	145	0.99
Alaska Pollack Longline	Sado Island	Apr. 1953	0～5	62	0.65	14	4.36

(1 kan is equivalent to 3.75 kg)

考　　察

以上の研究結果から，ここに設定した仮設に対して，次の 2 つのことが推定出来よう。

（1） 単位努力当り漁獲量の分布型が指数型分布に近似している場合は，ここに設定した仮設に基く理論分布はかなりよく実際の分布に適合する。しかしながら，単位努力当り漁獲量の分布型が対数正規型分布に近似する 1954 年のいわし流網およびすけそう延縄の分布は理論分布とあまりよく適合しない。また，ぶり落網およびあじ落網では最下位階級の理論度数が実際の度数よりかなり少な目に出ている。したがつて

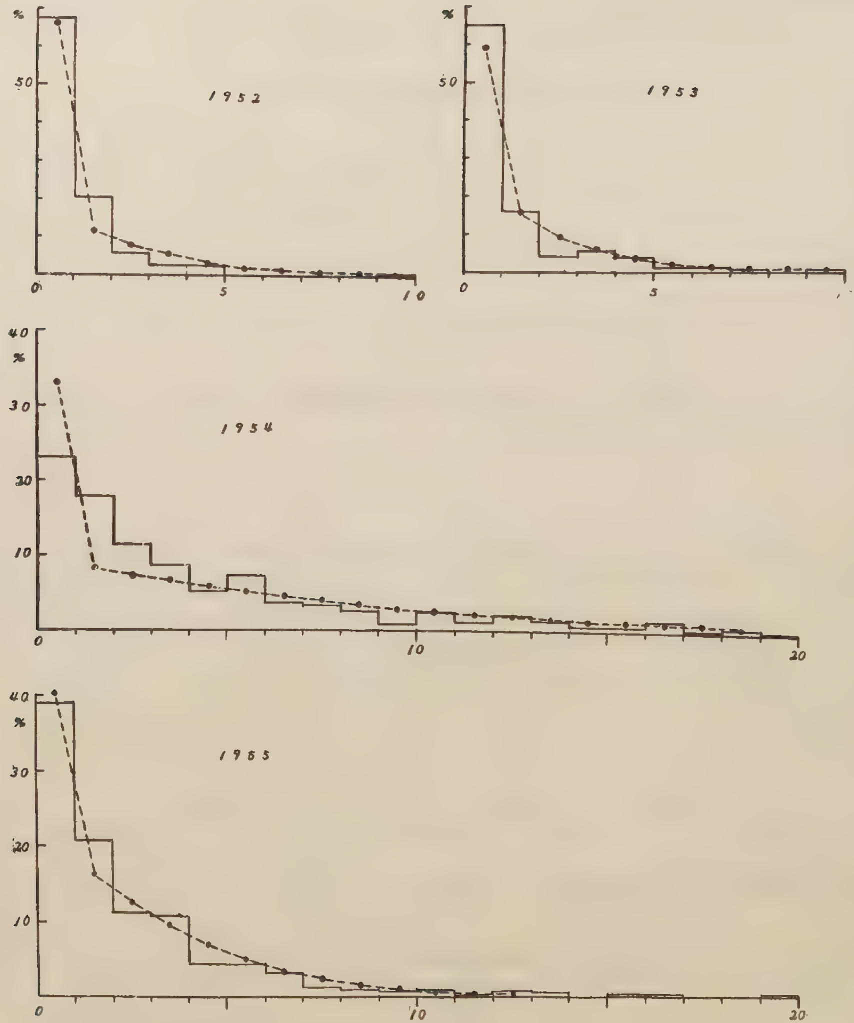


Fig. 1. Distribution of Catch per Trip for Sardine Gill Net (Niigata Prefecture, 5～10 tons).
Notes: (1) Horizontal axis: Catch
Longitudinal axis: Frequency converted into %
(2) Histogram: Actual distribution
Dotted line.: Theoretical distribution.

これらの漁業はここに設定した仮設，特に漁場における魚量の分布型について，更に別の仮定を設ける必要があろう。特に，ぶり落網の場合は最下位階級の理論度数が実際の度数より著しく少いので，ぶりの魚量は指数型分布以上に強い収れんをする分布型ではないかと推察される。

（2） 分布型の適合がかなりよい漁業種類については，ここに設定した仮設が正しいものとすると，漁場における魚量の平均は，いわし流網におけるまいわしでは年によつて若干の相違はあるが 120～170 貫に位し（1954 を除く），あじ落網（漁獲量の大部分はまあじ）におけるまあじは 650 貫前後，あじ地曳網におけるまあじは 150 貫前後と推定される。また，単位航海において羅網する平均魚群数は漁業種類によつて相違するが，0.5～2.0 の間にあるものと推定される。



Fig. 2. Distribution of Catch per Day for Yellowtail Set Net (Sagami Bay, 1953) See Fig. 1 for notes.

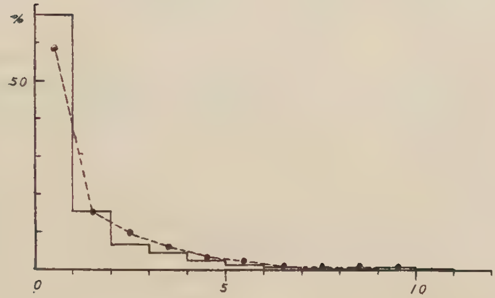


Fig. 3. Distribution of Catch per Day for Mackerel Set net (Sagami Bay, 1953) See Fig. 1 for notes.

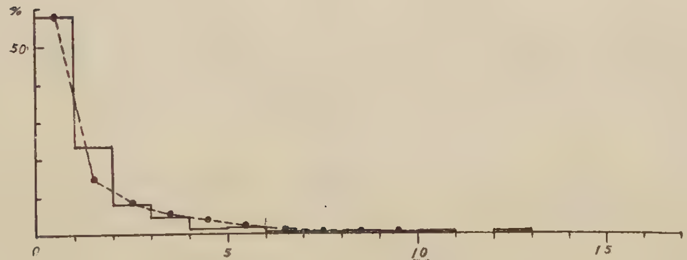


Fig. 4. Distribution of Catch per Day for Mackerel Beach Seine (Chiba Prefecture, 1954) See Fig. 1 for notes.

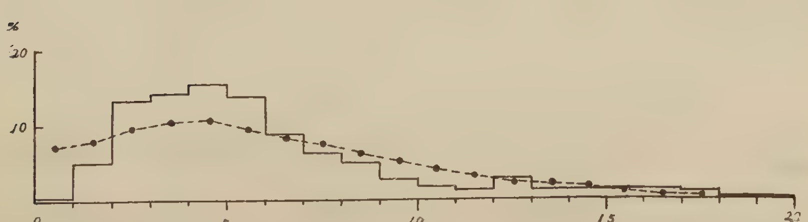


Fig. 5. Distribution of Catch per Trip for Alaska Pollack Longline (Sado Island, 1953) See Fig. 1 for notes.

分布型のあてはめに当つて，魚量の指数型分布の傾斜の度合を決める k のより安定した値を求めるため漁船の屯数規模別に求めた k をプールすることを考えた。1953 年の新潟県のいわし流網漁業について屯数規模別に k の値を求め Table 2 を得たが，k の値は屯数規模別に著しくかけ離れていることが分る。このことは，新潟県のいわし流網の場合，大型船は漁場の中心部で操業するが，小型船はその航行能力が小さいため漁場の中心から離れた沿岸で操業するためである（農林省新潟統計調査事務所水産統計課長石川浩氏の調査により判明）。よつて，このような試みは全く同じ条件の漁場で操業した相異る屯数規模別の漁船の漁獲記録が得られなければ不可能なことが分つた。なお，Table 2 の屯数規模別の k の値は漁船の屯数に略比例して大きくなつているので，漁場における魚量の指数型分布は漁場の中心部と外縁部とではかなりの相違があるものと考えられる。即ち，指数型分布においては，k の値が小さい程分布曲線の傾斜は強くなるので，この場合の魚量の大きさは漁場の中心部では外縁部にくらべて相対的に大きいということが出来よう。

Table 2. Parameters of Sardine Gill Net by Tonnage of Boat used.
(1953 Niigata)

Tonnage of Boat used	$\bar{x}$	C_x	k	λ
	kan		kan	
0～ 5	88	1.35	80.5	1.09
5～10	132	1.39	128.0	1.03
10～15	309	1.39	306.0	1.01

まいわしは毎年1月から6月に向つて，本州日本海沿岸を北上するので，それを対象とした 1953 年のいわし流網漁業（漁船の屯数規模は 10～20 屯型の漁獲記録を用いた）について，月別地域別の k の値を求め Table 3 を得た。k の値は1月から4月に向つて減少し，5月には再び増大している。このことから，1953 年のまいわしの魚量の指数型分布は漁期の始めには緩かであり，山口県から石川県に向かうに従つて漁期の進行と共に分布型の傾斜は急となり，5月の新潟沖漁場で再び緩かとなつていたであろうことが推察される。即ち，単位魚群は漁期の進行と共に海況（特に潮目），地形（例えば堆，島，半島），漁獲等の要因によつて離合集散が行われるものと考えられる。

Table 3. Monthly Change of Parameters in relation to Sardine Gill Net.
(1953)

Locality	Date	$\bar{x}$	C_x	k	λ
		kan		kan	
Yamaguchi	Jan.	264	1.47	285	0.92
ditto	Feb.	265	1.32	230	1.15
〃	Mar.	270	1.19	190	1.42
Ishikawa	Apr.	301	0.99	148	2.03
ditto	May	266	1.21	196	1.36
Niigata	〃	309	1.39	299	1.03

(Tonnage of boat used: 10～20 tons)

摘　　　要

刺網，定置網，地曳網のように魚群の来游を待ちうけて漁獲する漁法の単位航海（または単位漁獲日）当り漁獲量の分布型は指数型分布に近似するので，(1) 単位魚群の大きさ（魚量）は指数型分布をし，(2) 単位航海（または単位漁獲日）で漁獲される魚群数は Poisson 分布し，(3) 漁獲群は互に独立である，と仮定して得た理論分布（(4) 式参照）を実際の単位漁獲努力当り漁獲量の分布に当てはめたところ，両者はかなりよく適合することが分つた。しかしながら，この仮定を実際の分布が対数正規型または強指数型分布をする漁業に当てはめて見ると，両者にはかなりの食違いが認められるので，これらについては更に別の仮定を設ける必要がある。

文　　　献

1) 岡　正雄：一曳網漁獲高から見た *Taius tumifrons* キダイの魚群構成，本誌，**26**，pp. 211～216，(1960).
2) 川上太左英：農林水産応用数学，pp. 189～191 (1958).
3) 山本　忠：単位漁獲量の特性について，農林省農林経済局統計調査部，農林水産調査資料第6号 (1956).

魚体表面の粘性物質に関する研究―III.
各種魚類体表面粘性物質の構成アミノ酸

榎本則行・長尾忠明・富安行雄

(1960 年 8 月 31 日受理)

STUDIES ON THE EXTERNAL MUCOUS SUBSTANCE OF FISHES—III. IDENTIFICATION OF AMINO ACIDS IN THE MUCOUS PROTEIN FROM SOME FISHES BY PAPER CHROMATOGRAPHY

Noriyuki Enomoto, Tadaaki Nagao and Yukio Tomiyasu*

Amino acid pattern in acid hydrolyzate of the protein from the external mucous substance of 11 kinds of fishes (2 fresh water and 9 sea water fishes) was examined by paper chromatography. All the samples tested gave 16 spots of amino acids and 1 spot of unknown substance with ninhydrin (Fig. 1). As shown in Table 1, in which relative amounts of amino acids estimated roughly from the area and the color intensity of the spots are given, the mucous protein of these fishes seemed to be quite similar in amino acid composition except *Dasyatis akajei*, the protein of which differed considerably from that of the others, being poorer in leucine, alanine, phenylalanine and arginine, and richer in threonine. *Raja hollandi* was different from *Dasyatis akajei* in the amino acid composition, the former being rather similar to teleosts although they are both Elasmobranch fishes.

魚類の体表面粘性物質（以下粘質物と略称する）はその粘度，かたさ，魚体表面への附着の仕方などが魚種によつて必ずしも一様ではなく，外観上かなりの差異が認められるが，これらの現象は粘質物の構成アミノ酸，構成糖その他の成分と関連性を有するのではないかと推察される。著者等[1,2]は先にドジョウ，マアナゴの粘質物の化学的性質について比較検討した。この両者は構成糖において明らかな差異を認めたが，構成アミノ酸の種類は全く同じであつた。しかし僅か2種の魚についての結果のみで粘質物の全般について考察することは甚だ危険である。そこで今回は海産魚9種，淡水魚2種から粘質物を集め，まづその構成アミノ酸を paper chromatography によつて調べたので，その結果について報告する。

実験方法

1. 魚種

実験に供した魚類は下記の淡水産硬骨魚2種，海産硬骨魚7種，海産軟骨魚2種の計 11 種である。

ウナギ (eel) *Anguilla japonica* Temminck et Schlegel

カムルチー (snake-head fish) *Channa argus* (Cantor)

アカアマダイ (blanquillos) *Branchiostegus japonicus japonicus* (Houttuyn)

ミシマオコゼ (star-gazer) *Uranoscopus japonicus* Houttuyn

サバフグ (puffer) *Lagocephalus lunaris* (Bloch et Schneider)

ホウボウ (gurnard) *Chelidonichthys kumu* (Lesson et Garnot)

ガンゾービラメ (flat-fish) *Pseudorhombus cinnamoneus* (Temminck et Schlegel)

* 九州大学農学部水産化学教室 (Lab. Fish. Chem. Fac. Agr., Kyushu Univ., Fukuoka, Japan).

マコガレイ (flat-fish) *Limanda yokohamae* (GÜNTHER)

ババガレイ (flat-fish) *Microstomus achne* (JORDAN et STARKS)

イサゴガンギエイ (ray) *Raja hollandi* JORDAN et RICHARDSON

アカエイ (ray) *Dasyatis akajei* (MÜLLER et HENLE)

この内，ウナギ，カムルチー，サバフグは活魚を用い，その他のものは福岡魚市場で入手した死魚である。

2. 体表面粘質物の採取法

前報[1] に準じて行なつたが，エイ，ヒラメ類のような大型魚は alcohol 浸漬を行なわないで体表面からかきとつた。alcohol, acetone, ether で順次脱水して粗粉末を得，これを前報[1] にしたがつて 0.1% NaOH, 稀 HCl で処理後，再び脱水して精製粉末とした。

3. Paper chromatography

精製粉末に 50 倍量の 8N-HCl を加えて 10 時間加水分解後，減圧濃縮をくり返してできるだけ HCl を除き試料とした。使用沪紙は東洋沪紙 No. 51 (40×40 cm), 展開溶媒は一次元 (phenol : 水 = 8 : 2), 二次元 (*n*-Bu(OH) : Ac(OH) : 水 = 4: 1 : 2) を用い，ninhydrin で呈色せしめた。

実 験 結 果

供試魚 11 種の粘質物の展開結果から同定し得たアミノ酸の種類は，cystine, lysine, histidine, glutamic acid, serine, aspartic acid, arginine, glycine, threonine, alanine, tyrosine, valine, methionine, phenylalanine, leucine, proline の 16 種で，他に不明のninhydrin による呈色物質が一つ存在した。魚種によつては histidine の存在がやや不明確なものがあつた。これらの同定し得たアミノ酸の種類は，既報[1,2] の 2種の魚と同一で魚種別による差異はないものと考えられる。展開例としてホウボウ，アカエイの結果を Fig. 1 に示した。

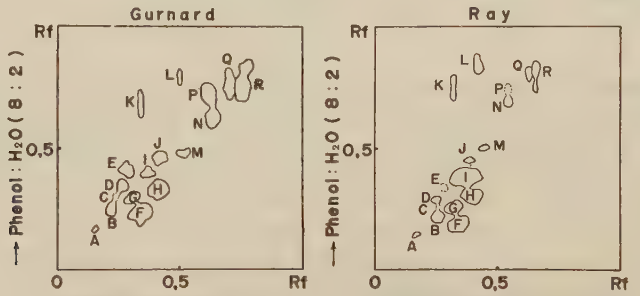


Fig. 1. Two-dimensional paper chromatogram showing the amino acid pattern of the external mucous substance, exemplified by gurnard, *Chelidonichthys kumu*, and ray, *Dasyatis akajei*.

A	Cystine	J	Alanine
B	Lysine	K	?
C	Histidine	L	Proline
D	Glycine	M	Tyrosine
E	Arginine	N	Valine
F	Aspartic acid	P	Methionine
G	Serine	Q	Phenylalanine
H	Glutamic acid	R	Leucine
I	Threonine		

同定し得たアミノ酸の種類には差がなかつたが，沪紙上の spot の大きさ，呈色度には差が認められたので，これによつて量的関係を推定したのが Table 1 である。この量的な差は厳密な定量法にはよらず官能

Table 1. Relative amino acid composition of the external mucous substance.

	eel ウナギ	snake-head fish カムルチー	puffer サバフグ	gurnard ホウボウ	flat-fish§ ガンゾウビラメ	flat-fish§§ マコガレイ	flat-fish§§§ ババガレイ	ray* イサゴガンギエイ	ray** アカエイ	blanquillos アカアマダイ	star-gazer ミシマオコゼ	loach[1] ドジョウ	conger[2] マアナゴ
glycine	++	++	+++	++	+++	+++	+++	++	++	+++	+++	++	++
alanine	+++	+++	++	+++	+++	++	++	+++	+	++	+++	++	++
valine	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
leucine	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++	++++	++++	++++	++++
serine	+++	++	+++	+++	+++	+++	++	+++	+++	++	+++	+++	++
threonine	+++	++	+++	+++	+++	+++	++	++	++++	++	++	+++	++
cystine	+	+	+	+	+	+	++	+	+	++	+	+	+
aspartic acid	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
glutamic acid	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
tyrosine	++	++	+	++	+	+	+	+	+	+	+	+	+
phenyl-alanine	+++	++	++	+++	+++	+++	++	+++	+	++	+++	+++	+++
proline	++	+	+	++	++	++	++	+	++	+	+	++	++
arginine	+++	++	+++	+++	+++	++	+++	++	(+)	+++	+++	++	++
histidine	(+)	(+)	(+)	(+)	+	+	(+)	+	(+)	(+)	+	+	+
lysine	+++	++	++++	++	++	++	+++	+++	+++	+++	++	++++	++
methionine	++	++	+	+++	++	+	(+)	+	(+)	+	+	+	+++
?	+	(+)	(+)	+	+	+	+	+	+	(+)	+	+	+

§ *Pseudorhombus cinnamoneus*, §§ *Limanda yokohamae*, §§§ *Microstomus achne*.
* *Raja hollandi*, ** *Dasyatis akajei*.
++++: very strong color intensity, +++: strong color intensity, ++: medium color intensity,
+: weak color intensity, (+): very weak color intensity.

的なものであるから絶対的なものではないが一応の目安にはなると考えられる。参考までに既報[1,2]のドジョウ，マアナゴの結果も併記した。この比較は個々の魚の粘質物のアミノ酸組成にのみ適用し得るものであつて，異つた魚種間のアミノ酸組成の比較はできない。アカエイのみが特異な量的関係を示しているが，その他の魚は共通点が多いようである。

考　　察

体表面粘質物が多い魚は運動性が比較的不活発なものが多いが，本実験に用いた魚種もまたこの例に洩れない。供試各魚は棲息環境が淡水，海水に大別され，分類学的には軟骨魚類，硬骨魚類の両方を含んでいる。硬骨魚類には多くの分類群があるが，それらの代表的なものもほぼ含まれている。体表面の鱗をくらべてみると，全く存在しないもの（マアナゴ），ほとんど退化したもの（ウナギ，ドジョウ，サバフグ，エイ類），小型ないし中型の鱗をもつもの（ホウボウ，カレイ，ヒラメ類），完全な鱗をもつもの（アカアマダイ，カムルチー）などがあり，種々の観点から多種多様の魚を集めたが，これらの粘質物の 0.1% NaOH 可溶部について調べた結果では，その構成アミノ酸の種類には差がなかつた。Wessler 等[3]も7種の魚の粘質物についてアミノ酸組成を paper chromatography によつて調べ，ray を除いて差がなかつたと述べ ray の粘質物は tyrosine を欠くと報告している。その ray は *Raja sp.* と記述しているからイサゴガンギエイに近縁のものと思われるが，著者等の結果ではアカエイ，イサゴガンギエイにそれぞれ tyrosine を認めた。Wessler 等[3]の報告は粘質物の調製法が不明確なので，著者等の結果と比較するのは当を得ないかもしれないが，エイを除けば著者等と Wessler 等[3]の結果とはよく一致する。

構成アミノ酸の量的関係を Table 1 から推定すると，glutamic acid, aspartic acid の酸性アミノ酸お

よび leucine が各魚種を通じて多く，valine，arginine，threonine，alanine，phenylalanine，serine，lysine が中等度の含量を示している。少ないものは cystine，tyrosine，histidine，proline で methionine は魚種による差がはげしいようである。

アカエイには threonine が多く leucine，alanine，phenylalanine，arginine が少い点で，特異的なアミノ酸組成をもつものと推定される。エイ類は軟骨魚類で分類上でも硬骨魚類とはつきり区別され，その筋肉も尿素が多いことが知られているので，上述のアミノ酸組成の差異も一応うなづけるが，同じエイ類でもイサゴガンギエイはアカエイとの類似点がほとんどなく，むしろ硬骨魚のアミノ酸組成とよく似ているのは興味あるところである。

以上の結果から，魚類粘質物の構成アミノ酸の種類は，環境条件，魚種別，外観などに関係なく同一であると考える。粘質物のアミノ酸組成の詳細については後報にゆづりたい。

摘　　要

淡水魚 2 種，海産魚 9 種の体表面粘性物質を集め，その構成アミノ酸を paper chromatography によつて比較検討した。その結果，構成アミノ酸の種類は各魚種とも同一で 17 種（内未同定 1）からなることを明らかにした。沪紙上の spot の大きさ，呈色度から量的関係を推定し，アカエイは他の供試魚と異なるアミノ酸組成をもつと考えたが，イサゴガンギエイはアカエイとの近似性は少く，むしろ硬骨魚とよく似ていることを指摘した。

本研究は文部省科学研究費によつた。試料採取に便宜を与えられた本学水産学第一教室の諸氏および実験に協力された田中宏，三浦武の両氏に感謝する。

文　　献

1) 榎本則行・富安行雄： 本誌，**26**，739 (1960).
2) 榎本則行・長尾忠明・富安行雄： 本誌，**26**，745 (1960).
3) WESSLER, E. and WERNER, I.: *Acta Chem. Scand.*, **11**, 1240 (1957).

魚類筋肉内燐化合物の生理化学的研究—IV.
燐化合物量の季節的変動について

中 野 智 夫

(1960 年 9 月 7 日受理)

STUDIES ON THE PHYSIOLOGICAL CHEMISTRY OF PHOSPHORUS COMPOUNDS IN FISH MUSCLE—IV.
ON THE SEASONAL VARIATION OF PHOSPHORUS COMPOUNDS CONTENT

Tomoo NAKANO*

The present report deals with how the seasonal alteration of the living environment affects on phosphorus compounds content in gibel's muscle.

The results are shown in Fig. 1 and 2, and summarized as follows:

1) The content of high energy phosphorus compounds, such as creatine phosphate, adenosine di- and triphosphate, varied in accordance with seasonal rising and falling of the water temperature.

2) The reason why the gibel showed such remarkably high content of these high energy phosphorus compounds especially in August, September and October, was interpreted as preliminary accumlation in this period of the fat-like energy rich substances to be consumed during winter months (i. e. November, December, January and February), nonactivity period of this fish.

魚類の生活活動が季節的な環境変化の影響を蒙ることは，その変化の様相は別として他の動物と同じである。特に小河川，小湖沼，浅海沿岸性魚類は，水温，餌料等の面でさして季節的な変化を蒙らない海産洄游性魚類とは異つて，その生活活動や筋肉の代謝生理の上に蒙る季節の影響は大きいものと考えられる。著者は既に前報[1]において，魚類筋肉内燐化合物は量的に生活環境変化の影響を極めて蒙りやすい性質のもののようであるということを指摘したが，本報においては季節的な環境変化が諸種の燐化合物の上に量的にいかなる影響をおよぼすかについてフナを用いて検討を加えた。

本研究を行なうにあたり，終始御懇篤な御指導をいただいた東北大学農学部上屋靖彦教授に記して御礼を申し上げる。

実 験 の 部

実験材料: フナは購入後少なくとも 2 ヵ月間東北大学農学部の屋外水槽に飼育し，餌としてイトミミズを与えた。

実験方法: 酸溶性燐化合物の抽出および測定方法は前報[1]と同じである。

結 果 及 び 考 察

実験の結果は Fig. 1 および Fig. 2 に示すごとくである。

* 聖霊女子短期大学家政学研究室 (Department of Home Economics, Holy Ghost Junior College, Akita City).

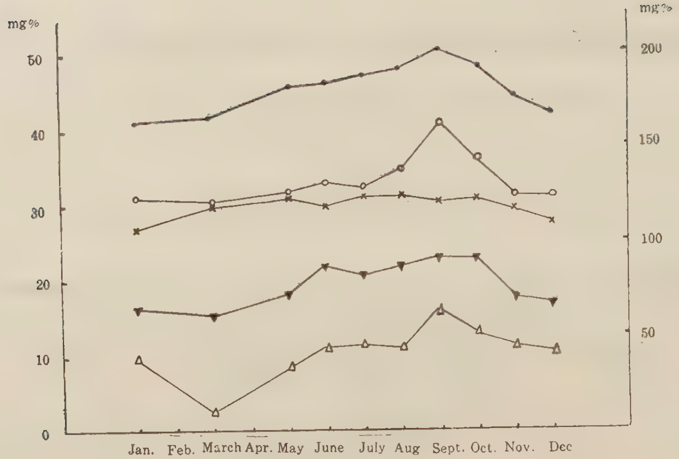


Fig. 1. Seasonal valiation of the content of various phosphorus compounds in muscle of gibel.
A left vertical axis: 7′P ○—○, CP △—△, RP ▼—▼
A right vertical axis: IP ×—×, TP ●—●

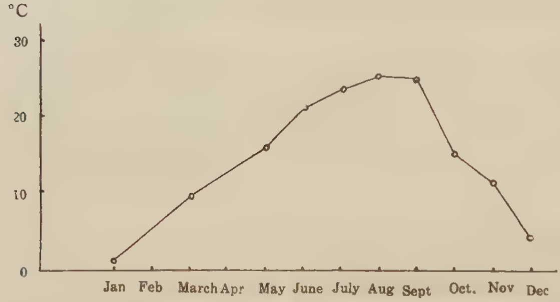


Fig. 2. Seasonal change of water temperature of the pond.

いわゆる高エネルギー燐化合物に属する CP, 7′P は9月に最大含有量を示しており，3月に最低量を示している。殊に 7′P は 8, 9, 10 月に特に大きな値を示している外はほぼ一定の 30～33mg% を示す。一方 CP は，7′P とほぼ同様な傾向を示しているが，その変動は 7′P のそれよりは多少激しく，3月に最低値の 2.6mg% を示し，9月に最大値の 15.7mg% を示している。又，IP は 1, 12 月に幾分低い値を示すが，その他はほぼ一定の 120～125mg% を示している。TP も季節的に多少の変動を示し，8, 9, 10 月に多く 190～200mg% を示し，12, 1 月に少く 165mg%程度である。また RP は，7′P, CP とほぼ同じ傾向で変動しているものといえる。

つぎに，これらの結果を水温の変化と併せ考えると，まづ水温の高い 8, 9 月に CP, 7′P が高い値を示し，12, 1 月に低い値を示していることは，これら高エネルギー燐化合物が量的に棲息水温の変動にほぼ随伴した変動関係を示すものであることを推測せしめるものである。このことは特に CP, 7′P が 12 月に向つて水温が低下するとともに減少して行くことによく顕れている。かように，季節的な水温の上昇ならびに下降と CP, 7′P 増減との傾向がおよそ一致するということは，後述するように，水温が魚類のエネルギー代謝に強い影響をおよぼすことを示していると考える。更にかような理解が，水温の最も低い非活動期である 12 月，1 月において CP, 7′P 含量が割合大きな値を示していることと一見矛盾するかのように考えら

れるので，この点についていささか見解を述べる。水温が低下し，非活動期に向いつつある魚類では W. HOAR[2) の報告にも見られるように，組織内脂肪含量が多くなつて行く。この意味は言うまでもなく，摂餌をほとんど行なわない時期のためのエネルギー源の蓄積であつて，非活動期にはこれを消費して生命を維持している。したがつてその際のエネルギー回転に関与する CP, 7′P も他の季節にさしておとらない含量を示しているのであろう。しかし，この詳細は今後更に検討を加えなければならない問題である。

なお，かような筋肉内燐化合物の季節的変動とフナの生殖生理との間の連関性の有無についても検討を試みようとしたのであるが，フナの生殖活動についての文献が見当らずこれをはたし得なかつたことを付記する。

要　　約

（1） フナを試料として魚類筋肉内燐化合物量の季節的変動について検討を加えた結果，特に高エネルギー燐化合物である CP, 7′P が季節による棲息水温の昇降とほぼ随伴的に変動することを見出した。

（2） 特にフナの非活動期に入る前の 8, 9, 10 月に，これら高エネルギー燐化合物が顕著に高い含量を示すのは，非活動期間に生命維持のために消費すべきエネルギー源の蓄積作用のために体内代謝が高まることに起因するものと考えられた。

文　　献

1) 中野智夫・土屋靖彦: 本誌，**26**，1095 (1960).
中野智夫: 本誌，**26**，1192 (1960).
2) HOAR, W. S., DORCHESTER, J.E.C.: Canad. J. of Research, **27**, 85 (1949).

水産動物肉に関する研究—XXIX.

魚肉ミオシンの溶出性（その1）
抽出条件と溶出ミオシン区蛋白の組成

上田侃男・志水　寛・清水　亘

(1960年9月13日受理)

STUDIES ON MUSCLE OF AQUATIC ANIMALS—XXIX.
EXTRACTABILITY OF FISH MYOSIN (PART 1). COMPOSITION OF MYOSINS EXTRACTED UNDER VARIOUS CONDITIONS

Tadao UEDA, Yutaka SHIMIZU and Wataru SIMIDU*

In order to investigate the necessary conditions for the extensive extraction of pure myosin from fish muscles, the composition of myosins in the muscle extracts obtained under various conditions was determined by salting-out analysis.

The composition of myosins extractable with 0.6M NaCl from a homogenate of horse-mackerel muscle varied widely with the pH of the extractant solution. When the homogenate was extracted at slightly acidic pH, two large peaks were observed on the salting-out curves; the one precipitated between 28 and 38% saturations of ammonium sulphate was assumed to be actomyosin and the other precipitated between 35 and 48% saturations was assumed to be myosin. At the neutral pH, the actomyosin peak became more predominant, while the other peak corresponding to myosin became less apparent. When the extraction was carried out at an alkaline pH of 9.2, these two peaks were still apparent, but a new large peak presumed to be actin appeared between 10 and 20% saturations of ammonium sulphate.

The rise and fall of the myosin and actomyosin peaks appearing in the slightly acidic extracts were also affected by the extent of the mechanical destruction of muscle tissue; the more coarsely the muscle was minced, the less amount of actomyosin component was observed in the 0.6M NaCl extracts. When the file-fish muscle allowed to pass through a chopper-plate of the mesh larger than 3 mm, we obtained myosins free from actomyosin. However, this result may be insufficient for justifying the applicability to fishes of the HASSELBACH's fractionation procedure for rabbit, since from such a coarsely minced muscle only a part of myosin is separated by a single extraction and since repeating extraction unavoidably contaminates the extracts with actomyosin.

HASSELBACH's observation that the splitting-action of pyrophosphate on actomyosin particles contributes to the separation of myosin from coarsely minced rabbit muscle failed to apply the fish muscles studied in this work. This seems to suggest that the stroma of fish muscle is much smaller in amount than that of rabbit muscle and can not keep the actin from going into solution, and that the splitting-action of pyrophosphate is not so marked as usually accepted and the majority of actomyosin does not dissociate into two components, myosin and actin.

魚肉全蛋白の 60～70% を占めるミオシン区蛋白は，ふつう塩類溶液の長時間抽出によつて分離されるので，そのほとんどがアクトミオシンの形で得られるが，その構成成分であるミオシンとアクチンがその筋肉

* 京都大学農学部 (Fish. Chem. Lab., Fac. Agr., Kyoto Univ., Maizuru).

中にどのような割合で存在しているかについては知られていない。

ウサギ筋肉については，すでに HASSELBACH ら[1] によつてアクチンとミオシンの分別定量が行なわれている。氏らの方法は，まずあらびき肉をピロ燐酸塩を含んだ KCl 溶液（I = 0.64, pH 6.2）でミオシンだけを完全に抽出し去り，つぎにその残渣をアルカリ性溶液で処理してアクチンを得るという比較的簡単な方法である。魚類については，その筋肉が哺乳類のそれに較べてアクチンの溶出がいちじるしく容易であつてミオシンと速やかに結合してアクトミオシンを生成する[2] ために，これまでミオシンの分別定量は不可能視されてきた。

しかし，魚肉の塩類抽出液中にミオシンがまつたく認められないかというとそうではなくて，抽出の方法によつては電気泳動[3]，超遠心[4] ならびに塩析図形[5] 等にはアクトミシオシンとともにミオシンの存在が認められている。本報は，魚肉についても HASSELBACH らの方法が適用できるかどうかを確めるために，いろいろな抽出条件下における魚肉抽出液中のミオシン区蛋白の組成をしらべ，ミオシンとアクチンの分別定量の可能性を検討しようとするものである。

試料および実験方法

試料魚　いけすの中に飼育中の活きたマアジ *Trachurus trachurus* LINNÉ とカワハギ *Stephanolepsis cirrhifer* (TEMMINCK & SCHLEGEL) を用いたが，実験の一部は舞鶴近海で漁獲後 3〜4 時間氷とともに運搬されてきた硬直前のカワハギによつた。

蛋白抽出液の調製　試料魚を断頭即殺し，背部白肉をナイフで切りとり，肉挽機にかけるかまたは 1.5 倍量の水とともにブレンダーにかけて得られる肉がゆを 0.6M–NaCl で抽出する。魚を断頭してから抽出操作に入るまでに要した時間は 10〜20 分間である。30 分間抽出した後，遠心分離 (3,500 r.p.m., 20 分間) して得られる上澄液をそのまま塩析分析に供する。ふつうは，これをさらに希釈沈澱によつてミオシン区蛋白だけを分離精製してから塩析分析しているが，著者らはその過程においてミオシン区の組成に変化を生ずることをおそれ，上澄液をそのまま塩析したのである。これらの操作はすべて 4°C の冷室内で行ない，抽出に用いる器具，試薬はすべて氷冷したものを用いた。

塩析分析　抽出液 2.5 m*l* ごとに所定量の飽和硫安溶液 (42.0%) および蒸溜水を加えて 10.0 m*l* とし，その硫安飽和濃度 (v/v) C を 8〜50% まで 2% 間隔となるようにする。この場合，塩析に用いる硫安溶液には，抽出液の pH がいちじるしく異るばあいの他は緩衝剤を加えなかつた。よく混合したのち，冷室 (4°C) に 3 時間放置してから遠心分離 (3,500 r.p.m., 20 分間) して上澄をとり，波長 280 mμ における吸光度 E を測る。E-C の関係を図示して $\Delta E/\Delta C$ を求め，ふたたび C に対して図示し，各濃度で塩析される蛋白量を比較する。

結果および考察

1. 抽出液の pH と溶出ミオシン区の組成

抽出液の pH がミオシンの溶出ならびにアクトミオシンの生成にどのように影響するかをみるために，ブレンダーにかけた活マアジ筋肉をいろいろな pH に調節した 0.6 M–NaCl 溶液で 30 分間抽出して得られる上澄液を塩析分析した。抽出液量は肉に対して約 88 倍，抽出液の pH は 0.1 N–NaOH および 0.1 N–HCl を加えて調節し，最終 pH をガラス電極 pH メーターで測定した。塩析分析のさいには，抽出液の pH の相違による塩析時の pH の変動を抑えるために M/15 燐酸緩衝液を含む塩析液 (pH 6.8) を用いた。塩析時の pH の変動は 6.8 ± 0.1 の範囲である。

結果は Fig. 1 のごとくである。ミオシン区蛋白の塩析域を記載したこれまでの報告[6)–8)] から考えて，Fig. 1 に現われた硫安飽和濃度 15〜20% の山はアクチン，30% 附近の顕著な山はアクトミオシン，さらに 40% 附近のフラクションはミオシンをそれぞれ示すものと判断される。

pH 5.5 から pH 9.2 まで，抽出液の pH の変動に伴うこれら 3 つの山の消長はかなり顕著なものがあ

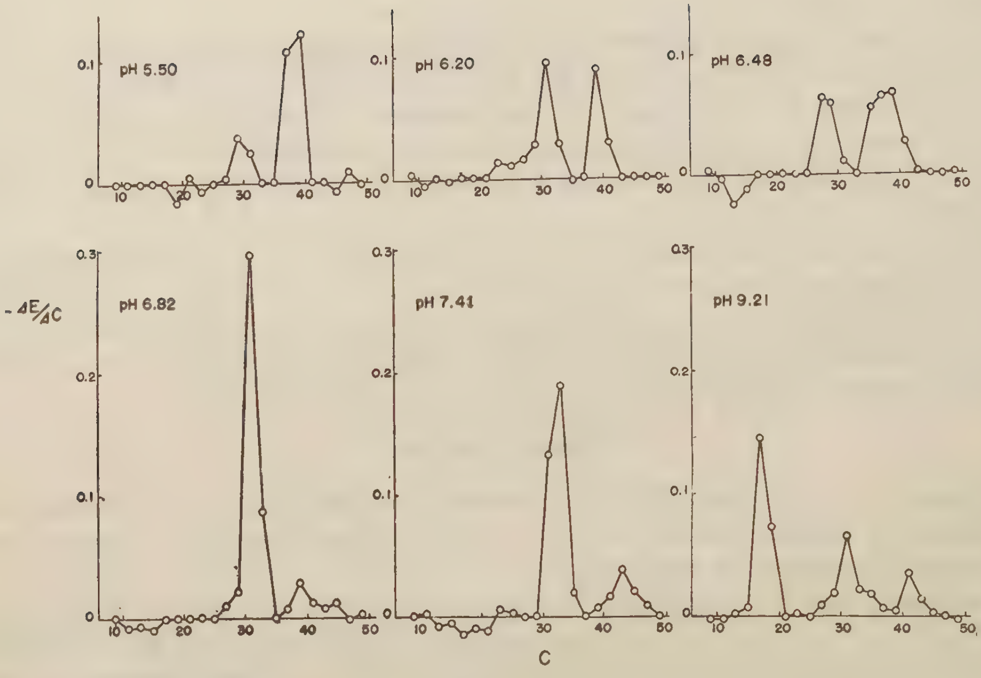


Fig. 1. Salting-out curves of 30-minutes extracts of blended horse-mackerel muscle at various pH. *E*: the extinction at 280 mμ. *C*: per cent in volume of saturated ammonium sulfate solution. Equilibrium temperature ca. 5°C. Time for equilibrium 20 hours.

る。すなわち，pH 5.5 ではミオシンの山が優勢であるが，pH 6.20～6.48 になるとミオシン，アクトミオシン両ピークは拮抗しており，さらに pH が上昇して中性附近になるとミオシンの山が衰えるとともにアクトミオシンの山がいちじるしく成長している。抽出液の pH がアルカリ性 (pH 9.21) になると，こんどは中性附近で優勢であつたアクトミオシンの山がひじように小さくなり，それまでまつたくピークの認められなかつた 15～20% 硫安飽和濃度に新たにアクチンとみられる優勢なピークが出現してくる。このように，ミオシン区の組成が抽出液の pH によつて左右されること，とくに酸性ないし中性においては見出されなかつたアクチンの山がアルカリ性溶液において出現したことは興味深い。この場合，マアジ肉はブレンダー処理されているからミオシン区を構成する蛋白はいずれも機械的には容易に溶出できる状態にあり，またブレンダー処理した魚肉からの蛋白溶解度曲線[13,14]からみても pH 5.5 以上では抽出可能な蛋白のほとんどが溶出し得ることから，ここでとり上げた pH 範囲では抽出液の pH の差によつて溶出に難易があるとは考えにくい。したがつて，Fig. 1 にみられる 3 つの山の消長は塩溶液中における

$$\text{ミオシン}+\text{アクチン} \rightleftarrows \text{アクトミオシン}$$

なる平衡関係が pH によつて相当顕著に影響を受けることを示すものと考えてよいであろう。右田ら[9] は最近苦悶死させたコイ肉のミオシン区蛋白を塩析分析して明瞭なアクチン・ピークを得ている。同氏らは，これはアクチンが遊離の状態で抽出液中に存在していることを示すものではなくて，ミオシンと結合してアクトミオシンの形で存在するのであるが，ただその結合状態が弱いために塩析という高イオン強度の下でその一部が解離するのであろうといつている。著者らの得たアクチン・ピークについてもこのような解釈があり得るとは思われるが，ミオシンとアクチンの結合が静電的であるという考え方からすると，9.2 という高い pH 条件下においてアクトミオシンの一部が解離して存在していると考えてもよさそうである。

アクトミオシン・ピークが中性附近の pH 域でもつとも強くみられることは，この pH 域ですり身や魚

肉抽出液のゲル化が起りやすいというこれまでの知見[10,11]を裏づけるものであろう。

Fig. 1 の結果で見逃せない事実は，(1) 筋肉がブレンダー処理を受けているために，抽出液の pH をどのように変えてもアクトミオシンの出現を防ぐことはできないが，(2) 他方，ミオシンの存在もすべての抽出液に認められ，とくに pH 6.4 以下の微酸性抽出液においては優勢なピークを示したことである。これは微酸性抽出液を用いるとともに，他の抽出条件を適当に制御すれば，アクトミオシンを含まないミオシン抽出液を得ることもまつたく不可能でないことを暗示している。

2. 筋肉組織の細分の程度と溶出ミオシン区蛋白

肉蛋白を完全に抽出するためには，抽出にさきだつて筋肉組織をよく破砕して抽出効率を高めることがまず必要であるが，ミオシンの場合，そうするとアクチンの溶出，ひいてはアクトミオシンの生成を来たし，その分離抽出を困難にすることは Fig. 1 のすべての塩析曲線にアクトミオシンの山が現われたことからも明らかである。しかし，組織の破壊の程度をあまり低くすると，こんどは溶出が不完全となり組織内に残存するミオシンの割合が増加するためにその完全抽出がむづかしくなるであろう。

Fig. 2 は活きたカワハギを用い，3.0mm と 1.5mm 目のチョッパー・プレートを通じた挽肉およびブレンダー処理して得た肉糊をそれぞれ 0.6M-NaCl で 30 分間抽出 (pH 6.2) して得られる上澄液を塩析分析した結果である。各抽出液中のミオシンとアクトミオシンの比率が筋肉組織の破壊の程度とともにいちじるしく変化していることがわかる。3mm 目の挽肉ではミオシンの山だけが優勢でアクトミオシンに相当する濃度域にはピークが認められないのに反し，1.5mm 目の挽肉では両者あい半ばし，ブレンダー処理のものでは逆にアクトミオシンが優勢になつている。

筋肉の破砕の程度のちがいによつて，溶出するミオシンとアクチンの割合が変化することは予想されたことであるが，その程度を適当に選ぶだけで Fig. 2-a のようにアクトミオシンを欠如した抽出液が得られたことは，ミオシン分別の可能性を強めるものとして注目される。しかし，3mm チョッパー・プレートを通す程度のあらびき肉からミオシンが完全に溶出しつくすかどうかは疑問である。

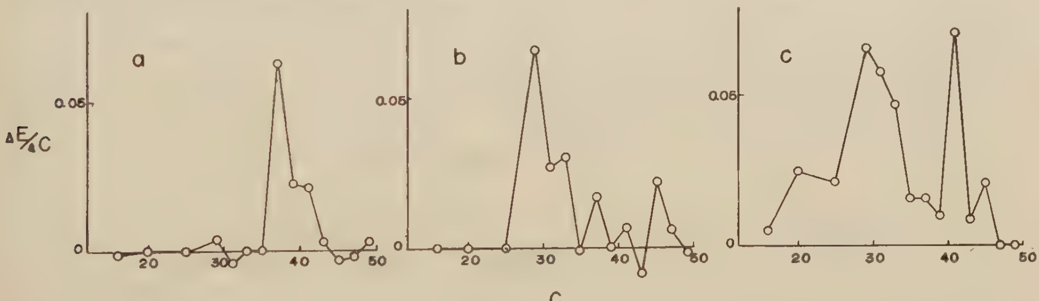


Fig. 2. Salting-out curves of 30-minutes extracts from minced and blended muscles of file-fish. a and b: minced muscles passed through chopper-plates of the mesh of 3.0 and 1.5mm, respectively. c: blended muscle. E: the extinction at 280mμ. C: per cent in volume of saturated ammonium sulfate solution. Equilibrium temperature ca. 5°C. Time for equilibrium 4 hours.

3. あらびき肉のくり返し抽出

死直後の筋肉内にミオシン区蛋白がどのような形で存在しているかということの説明はないようであるがたとえアクトミオシンのすべてが解離した状態にあるとしても，その筋肉からミオシンを分別定量することが可能であるためには，(1) 筋肉中のミオシンがすべて溶液中に移ることと，(2) その過程でアクトミオシンの生成をみないことが必要である。上に述べた結果にもとづいて，3mm 目のカワハギあら挽肉からアクチンの汚染なしにミオシンを完全に抽出しつくすことができるかどうかを調べるために，Fig. 3 のような操作によつてくり返し抽出を行ない，各抽出過程で得られる上澄を塩析分析した。

結果は Fig. 4 に示した。第1回目の抽出液では Fig. 2 の結果と同じように，硫安濃度 40% 附近にミ

File-fish muscle
↓ —Mince by a chopper of the mesh of 3.0 mm.
10g of minced muscle
— Extract with 250 ml of 0.6M NaCl for 30 minutes and centrifuge for 15 minutes (3,500 r.p.m.)

↓ **Supernatant** (Fig. 4-a) ↓ Residue
— Extract with 0.6M NaCl for 50 minutes and centrifuge for 15 minutes (3,500 r.p.m.)

↓ **Supernatant** (Fig. 4-b) ↓ Residue
— Extract with 0.6M NaCl for 50 minutes and centrifuge for 15 minutes (3,500 r.p.m.)

↓ **Supernatant** (Fig. 4-c) ↓ Residue
↓ —Blend with 20 ml of dist. water
15g of muscle blei
— Extract with 150 ml of 0.6M NaCl for 30 minutes and centrifuge for 15 minutes

↓ **Supernatant** Fig. (4-d) ↓ Residue

Fig. 3. Schematic diagram of the procedure for repeating extraction of myosins from file-fish muscle.

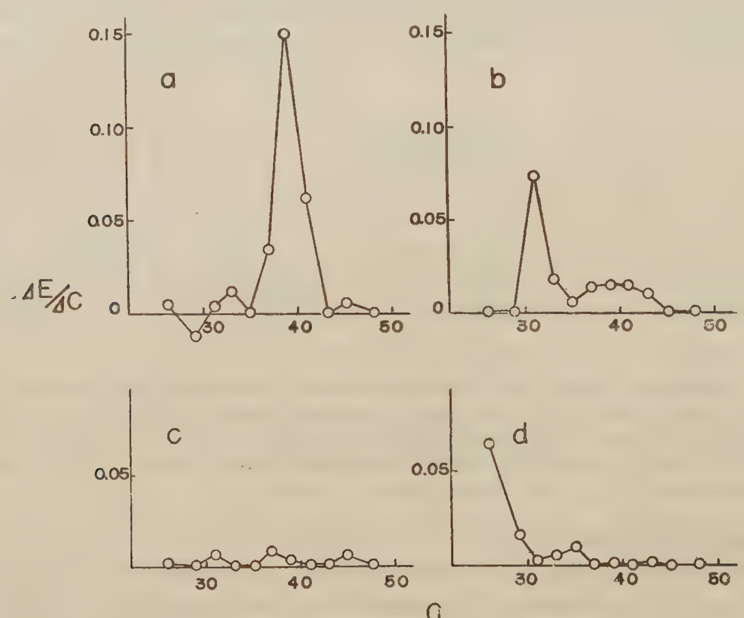


Fig. 4. Salting-out curves of extracts obtained in each stage of the repeating extraction as shown in Fig. 3. Salting-out conditions as in Fig. 2.

オシンと考えられる山だけが現われるが，第2回目の抽出液には予想に反してはやくもアクトミオシンの山が認められ，ミオシンの山はいちじるしく減退する。第3回目の抽出液になるともはや明瞭なピークが認め

られず，これ以上溶出する蛋白がほとんどないことを示している。ところが，ここに残つた残渣をさらにブレンダー処理すると，そこに得られる抽出液の塩析図形には 30% 領域に顕著な山が認められる。このフラクションの塩析域は，これまで著者らがアクトミオシンと考えた山よりもやや低濃度側に移動しているがやはりアクトミオシンが主成分と考えられる。

この優勢なアクトミオシンに対しては，それが筋肉ですでにアクトミオシンとして存在していたものか，あるいは溶液中でミオシンとアクチンから生成したものかについて二様の解釈があり得る。すなわち，(1) あらびき肉抽出残渣中には相当量の遊離ミオシンが溶出せずに残つており，ブレンダー処理によつてアクチンとともに溶出し溶液中でアクトミオシンとなつた。(2) 遊離ミオシンは3回にわたるあら挽肉抽出によつてほとんど溶出しつくされており，ブレンダー処理によつて現われたアクトミオシンはもともと筋肉中に存在していたものである。この2つの解釈の正否は試料筋肉におけるミオシン区蛋白の存在様式いかんにかかつており，いまのところ断定できないが，すべてのミオシンが遊離形で試料肉中に存在するという前者の推定にはより多くの無理があるように考えられる。ただし，あら挽肉の第2回抽出液に出現したアクトミオシンは，第1回の抽出分離操作の際に ATP が除かれたために溶液中で生成したものといえよう。

4. ミオシン分別の可能性

以上，抽出液の pH および筋肉の破砕方法を検討した結果から考えると，ただの食塩溶液で魚肉からミオシンを完全に分離することはきわめてむづかしいように思えるが，ここに残された問題は抽出液の組成であろう。その困難の最大の理由がミオシン抽出過程におけるアクトミオシンの溶出あるいは生成にある以上，アクトミオシンをなんらかの方法で解離させることが必要である。ピロ燐酸塩が ATP と同じようにアクトミオシンをミオシンとアクチンに解離させる性質を有することは知られているが，HASSELBACH らもウサギ・ミオシン分別定量成功の原因として，あらびき肉を酸性抽出液で抽出したことのほかに，その抽出液に含まれる 0.01 M-$K_4P_2O_7$ をあげている。

魚肉についても，ピロ燐酸塩の解離作用を期待してよいかどうかを予備的に確かめるために $Na_4P_2O_7$ の濃度の異なる3種類の溶液でカワハギあらびき肉(1.5 mm 目ひき肉)を抽出して得た上澄を塩析分析してみた。結果は Fig. 5 に示したように，予期に反しこの塩の特異的な作用を確認することができなかつた。すなわち，アクトミオシンに相当すると思われる山はすべての塩析曲線において優勢であり，ミオシンの山とくらべてみてもその比率は溶液中のピロ燐酸塩の濃度によつてほとんど差がない。

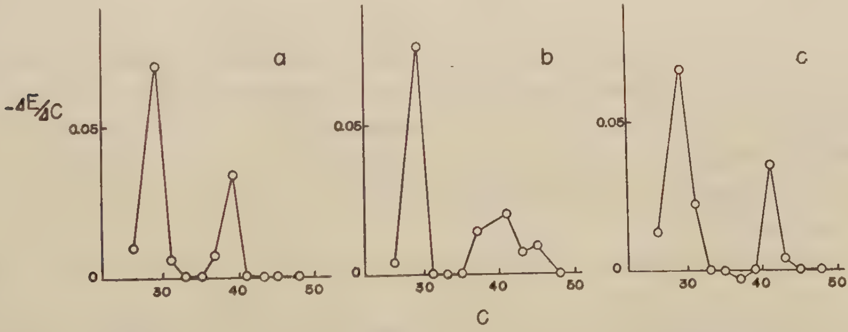


Fig. 5. Salting-out curves of 30-minutes extracts of minced muscle without and with pyrophosphate. a: 0.6 M NaCl, pH 6.2; b: 0.5 M NaCl+0.01 M $Na_4P_2O_7$ + 0.05 M NaH_2PO_4, pH 6.3; c: 0.5 M NaCl + 0.02 M $Na_4P_2O_7$ + 0.1 M NaH_2PO_4, pH 6.4. Salting-out conditions as in Fig. 2.

HASSELBACH らの説明に反するこのような結果を生じた原因はどこにあるのであろうか。それについて，(1) 魚肉の組織がウサギ肉とちがつてひじように脆弱であること，(2) ピロ燐酸塩のアクトミオシン解離作用に疑問があることの二点をあげて考えてみたい。

Hasselbach らは抽出時におけるピロ燐酸塩の効果をつぎのように説明している。すなわち，ウサギあら挽肉のばあいピロ燐酸塩が筋繊維に担われているアクトミオシンを解離させる結果，溶出しやすいミオシンだけが筋繊維から離れて溶液中に移るが，繊維状の長大なアクチン分子はストロマに捉えられたまま溶出できないでいるとした。このように考えると，カワハギのばあいにアクトミオシンの汚染が激しいのは，ピロ燐酸塩によつて解離したアクチンを捉えきれぬほど肉組織を細かくしすぎたためか（Fig. 5 の結果は 1.5mm 目挽肉を用いているのでこの恐れは考えられる），魚肉のストロマはウサギ肉にくらべてはるかに少ないので（全蛋白の約 3%）もともとアクチンのすべてをストロマ上にひきとめておくことが無理なのかもしれない。この意味でピロ燐酸塩の効果を筋肉の破砕の程度と関連させてさらにくわしく研究する余地はある。

しかしながら，もしも筋肉の過度の細分のためにアクチンあるいはアクトミオシンが溶出したとしても，ピロ燐酸塩のアクトミオシン解離作用は筋繊維中のアクトミオシンに対してだけ有効で，溶液中のアクトミオシンに対しては効果がないのであろうか。Fig. 5 の結果では，アクトミオシン・ピークの大きさは溶液中のピロ燐酸塩の濃度によつて影響されないようにみえる。最近，右田らが塩析分析によつて，苦悶死させたコイ肉ミオシン区の中にアクトミオシンおよびミオシンとともにアクチンの存在を見出したことは前に述べたが，この場合同じ筋肉をピロ燐酸塩を含む KCl 溶液で抽出すると，アクチンの山が消失するとともにミオシンの山がより鋭く大きな山となつて出現することを認めている。同氏らがいうように，このアクチンの山は，それが抽出液中で遊離の状態で存在することを示すものでないとしても，ピロ燐酸塩の存在でアクチンとミオシンはそれが存在しない場合よりも強固に結合していると受取ることもできよう。これらの事実を考えると，ピロ燐酸塩がアクトミオシンをアクチンとミオシンに解離させるという固定的な解釈には疑問を持たざるを得ない*。

しかしながら，魚肉の中性塩類抽出液やミオシンB溶液の粘度がピロ燐酸塩の添加によつていちじるしく低下することも明らかな事実であり，これはピロ燐酸塩のアクトミオシン解離作用にほかならぬと考えられている。

ミオシン区蛋白の相互関係に対するピロ燐酸塩の影響についてはなお明らかでない点が多く，また筋肉中におけるこの区蛋白の状態についても考察が不十分であるが，今後の研究によつてこれらのことが究明されれば，魚肉からのミオシン分別という困難な仕事にも手がかりが生れるかもしれない。

摘　　要

魚肉からミオシンを分別するための条件を検討するために，いろいろな条件下で抽出した 0.6M-NaCl 抽出液中のミオシン区蛋白の組成を塩析分析によつてしらべた。結果を要約すればつぎのようである。

（1） 抽出液の pH の相異によつて溶出ミオシン区の組成は変化する。ブレンダー処理して得た抽出液のばあい，微酸性抽出液ではミオシンがアクトミオシンと拮抗する程度に現われるが，中性附近ではアクトミオシンがいちじるしく優勢，アルカリ性抽出液ではアクトミオシン，ミオシンともに衰えて新らたにアクチンの出現が認められる。

（2） 肉組織の細分の程度も溶出ミオシン区蛋白の組成に影響を与える。塩析曲線をみると，組織の破壊

* 著者らのこの疑問は最近の森田らの研究[12]によつて解明された。彼女らはピロ燐酸塩によるウサギ・ミオシン B の状態変化をいろいろな角度からしらべ，ミオシン B の主成分はピロ燐酸塩によつてその構成蛋白であるアクチンとミオシンAに解離されるものでないことを確めている。すなわち，彼女らのミオシンBは 70% の worm like chain と，30% を占める細長くて分子量の小さな粒子，それに 10% のミオシンA類似蛋白とから構成されているが，ピロ燐酸塩を加えると worm like chain は分子量を変えずにおよそ2倍の長さにひきのばされ，少量の分子量の小さい粒子だけがさらに小さいミオシンAに解離するという。したがつて，ピロ燐酸塩添加前のミオシン B の粘度は主としてこの dissociable component によるものであり，また添加後の粘度はおもに elongated component に由来するものと考えている。

が進むにつれてアクトミオシンの山が目立つてくるが，3mm 目以上のチョッパー・プレートを通す程度のあらびき肉からは，アクトミオシンの生成をみることなしにミオシンを抽出することができた。しかし，この程度のあら挽肉からミオシンを完全に抽出しつくすことは不可能である。

（3） ピロ燐酸塩のアクトミオシン解離作用がミオシンの分離抽出を助けるという HASSELBACH らの知見を魚肉について確めることはできなかつた。その原因は，魚肉が脆弱でストロマ蛋白に乏しいことと，ピロ燐酸塩が従来考えられてきたようなアクトミオシン解離作用をもたないことによると考えられる。

文　　献

1) HASSELBACH, W. and SCHNEIDER, G.: *Biochem. Z.*, **321**, 462 (1951).
2) ROTH, E.: *Biochem. Z.*, **318**, 74 (1947).
3) HAMOIR, C.: *Adv. Protein Chem.*, **10**, 227 (1955).
4) CONNELL, J. J.: *Biochem. J.*, **69**, 5 (1958).
5) 右田正男・鈴木たね子: 本誌, **25**, 319 (1959).
6) SNELLMAN, O. and TENOW, M.: *Biochem. Biophys. Acta*, **13**, 199 (1954).
7) YAGI, K.: *J. Biochem.*, **44**, 337 (1957).
8) YASUI, T., FUKUSAWA, T., HASHIMOTO, Y., KITAGAWA, S. and SASAKI, A.T.: *J. Biochem.*, **45**, 717 (1958).
9) 右田正男・大竹茂夫: 本誌, **26**, 140 (1960).
10) 右田正男・岡田　稔: 本誌, **20**, 213 (1954).
11) 志水　寛・清水　亘・池内常郎: 本誌, **20**, 210 (1954).
12) 森田ふみ: 蛋白質核酸酵素, **5**, No. 9, 3 (1960).
13) 志水　寛・藤田功夫・清水　亘: 本誌, **26**, 749 (1960).
14) SIMIDU, U. and SIMIDU, W.: Bull. Jap. Soc. of Sci. Fish., **26**, 1099 (1960).

魚肉の褐変に関する研究—VI.

数種の解糖中間体の加熱による変化

永 山 文 男

(1960 年 9 月 26 日受理)

STUDIES ON THE BROWNING OF FISH FLESH—VI. CHANGES OF SOME GLYCOLYTIC INTERMEDIATES BY HEAT

Fumio NAGAYAMA*

Glucose and ribose cause browning in the presence of amino acid, and the browning reaction seems to be accelerated by inorganic phosphate. In this experiment, some glycolytic intermediates, hexose-phosphates and adenosine phosphates, were autoclaved in the presence of amino acid.

G6P, F6P and FDP produced brown color, but G1P, AMP and ATP did not produce any visible color. In general, sugar phosphates and adenosine phosphates liberated inorganic phosphate and lost sugar during autoclaving. However, the degrees of phosphate-liberation and loss of sugar were greater in G6P, F6P and FDP which produced brown color than in others. Adenosine phosphates which contain ribose caused no browning, although it liberated inorganic phosphate and lost ribose by autoclaving.

It is considered that the browning of hexose phosphates except G1P is introduced by the liberation of inorganic phosphate from sugar, being followed by the sugar-amino reaction accelerated by the catalytic action of inorganic phosphate. Thus, the possibility that hexose phosphates may be involved in some extent in the browning of fish flesh by heat must be considered, although their contents are lower than these of free sugars in fish flesh.

加熱による魚肉の褐変は主として糖-アミノ反応に基くものと考えられるが，魚肉中にみられる遊離糖は解糖系によると思われるヘキソースと，核酸系によると思われるペントースが主なものである[1]。遊離リボースの生成機構はすでに TARR によつて明かにされており[2]，また魚肉の解糖については著者が一連の研究を行なつている[3]。

加熱による糖-アミノ反応は無機正燐酸により促進されるが[4]，通常魚肉中には無機正燐酸がかなりの量存在するものであり，さらに鮮度の低下あるいは加工処理等に伴なつてその量が増加することは，衆知の事実である。

一般に解糖中間体は糖の燐酸エステルの型を示すものであり，褐変反応の1つの因子である糖と，反応促進作用を持つ燐酸とを共有する点から，解糖中間体と褐変との関連性を詳かにする必要がある。しかし，解糖中間体の加熱に伴う変化，あるいは褐変との関係についての報告例は TARR[5] の一報にみるのみである。今回著者はヘキソース燐酸およびアデノシン燐酸をアミノ酸とともに加熱した場合の変化について観察を行なつたのでここにその結果を報告する。

実 験

試薬 市販特級のグルコース (G)，リボース (R)，フラクトース (F)，グルコース-1-燐酸·K_2 (G1P)，グルコース-6-燐酸·Ba (G6P)，フラクトース-6-燐酸·Ba (F6P)，フラクトース-1, 6-燐酸·Ba (FDP)，アデノシン-5-燐酸 (AMP)，アデノシン-三燐酸 (ATP)，およびリジン，グリシンを用いた。Ba 塩は 0.1 N-HCl

* 東京水産大学 (Tokyo Univ. Fish., Shiba Kaigandori 6, Minato-ku, Tokyo).

に溶解し Na_2SO_4 を加えて Ba を除き中和して使用した。

方法　上記の種々の糖化合物とリジンまたはグリシンをそれぞれ終濃度約 5 mM になるように蒸溜水に溶解し (pH 6.8 に修正), アンプルに封入して 115° で1時間加圧蒸煮した。

測定法　III報[6]と同様に, 吸光, 螢光は Beckman DU 型光電光度計で測定し, ヘキソースはアンスロン法, ペントースはオルシノール法, 燐は FISKE-SUBBAROW 法で定量した。

ペーパークロマトグラフについては結果の項で述べる。

結果および考察

液の褐変度　アミノ酸を加えたあるいは加えないグルコース, リボース, フラクトース, G1P, AMP, および ATP は加圧蒸煮によつても全く褐変を起さず, G6P, F6P, FDP の三者は明かに褐変が認められた (Table 1)。しかもアミノ酸を添加することによつてその褐変度が大きくなつている点から, G6P, F6P, FDP による褐変もまたアミノ-糖反応に属するものであろうと推定される。通常魚肉中には上記種のヘキソース燐酸の含量はさして多くないが, 遊離糖とともに, ある程度褐変に関与する可能性があると考えなければならない。TARR[3] は G1P を魚肉に添加して加熱すると, グルコースあるいは G6P を添加した場合と同程度の褐変を齎すと報告しているが, 最も単純な二成分系によつた本実験では G1P は全く褐変を起さなかつた。

Table 1. Absorbance of sugar phosphates after autoclaving for one hour at 115°C in the presence of amino acid. Before autoclaving, solutions of ca. 5 mM concentration for each component were adjusted to pH 6.8 with HCl or NaOH.

Sugar compd.	Amino acid	Absorbance 430 mμ	Absorbance 490 mμ
G6P	Lys.	0.222	0.114
	Gly.	0.184	0.108
	None	0.070	0.034
F6P	Lys.	0.326	0.170
	Gly.	0.266	0.134
	None	0.076	0.044
FDP	Lys.	0.244	0.110
	Gly.	0.250	0.116
	None	0.094	0.045
Glucose, ribose, fructose, G1P, AMP, ATP		below 0.050	

無機燐酸および糖の変化　加熱前後の無機燐および糖の定量を行ない Table 2 のごとき結果を得た。

Table 2. Changes of inorganic phosphate and sugar contents by autoclaving for one hour at 115°.

Sugar phosphate	Amino acid	Inorganic phosphate Before Autoclav.	Inorganic phosphate After Autoclav.	Inorganic phosphate Diff.	Liberated phosphate	Sugar Before Autoclav.	Sugar After Autoclav.	Sugar Diff.	Decreased sugar
		mM	mM	mM	%	mM	mM	mM	%
G1P	Lys.	0.145	0.700	0.555	10.0	5.54	5.54	0	0
	Gly.		0.638	0.493	9.0		5.54	0	0
	None		0.450	0.305	5.5		5.54	0	0
G6P	Lys.	0.105	2.36	2.26	35.1	6.44	3.27	3.17	49.2
	Gly.		2.36	2.26	35.1		3.19	3.25	50.4
	None		1.90	1.80	28.0		3.75	2.79	43.3
F6P	Lys.	0.188	2.43	2.24	54.6	4.10	1.70	2.40	58.5
	Gly.		2.43	2.24	54.6		1.70	2.40	58.5
	None		2.28	2.09	51.0		1.31	2.79	68.0
FDP	Lys.	2.61	7.43	4.82	70.3	3.43	0.278	3.15	91.8
	Gly.		7.78	5.17	75.3		0.194	3.24	94.4
	None		7.29	4.68	68.2		1.18	2.25	65.6
AMP	Lys.	0.109	0.958	0.849	21.0	4.03	1.96	2.07	51.3
	Gly.		0.700	0.581	14.4		2.35	1.68	41.7
	None		0.629	0.520	12.9		2.50	1.53	38.0
ATP	Lys.	0.825	6.67	5.85	43.1	4.52	2.85	1.67	37.0
	Gly.		6.24	5.42	40.0		—	—	—
	None		5.61	4.79	35.3		2.72	1.80	40.0

FDP および ATP は加熱前にすでにかなりの無機燐が認められたが，他は糖の定量値から推定されるモル数の 2〜3% の無機燐が混在する程度であり，後述のペーパークロマトグラフによる観察でも，純度は充分満足すべきものと考えた。加熱によつて遊離する無機燐の量は ATP, FDP に多く，ついで G6P, F6P が多いが，AMP および G1P は加熱によつて分解遊離する燐はきわめて少ない。遊離した燐の量を，糖の定量値を基にして計算して，Table 2 に示したような燐の遊離度が求められた。すなわち，FDP, F6P, ATP, G6P が加熱によつて分解されやすいと考えられる。

つぎに糖の量的変化 (Table 2) をみると，褐変した G6P, FDP, F6P の糖の減少が著しく，G1P は全く変化がみられなかつた。一方，全く褐変しない AMP, ATP においても糖の減少が明かに認められた。減少度を比較すると FDP が最も大きく，F6P, G6P, AMP, ATP の順になつた。

褐変度の大きい FDP, F6P, G6P はいずれも燐の遊離度および糖の減少度が大きいが，燐の遊離度に比し糖の減少度がやや大きな値を示しており，その両者の差はどのような理由によるかは明かでない。しかし一般的に考える場合，まず加熱により燐が遊離し，生じたヘキソースがアミノ酸と反応するものであろう。アミノ酸がない場合の糖の減少および全く褐変を認めない AMP, ATP で糖の減少については詳かでないが，III報[6] の場合にもみられたように，必ずしも糖の定量値と褐変度とは一致せず，加熱によつて，定量のための呈色反応に陰性な他の物質の生成があるということも一応想定せねばならない。

螢光　糖–アミノ酸を加熱した場合に生ずる螢光は，褐変物質の前駆体と考えられているが，本実験の場合でも，それぞれの加熱した溶液の螢光を 1 p.p.m. の硫酸キニーネを標準として測定すると，Table 3 に示したように，特に褐変の顕著である FDP, F6P, G6P をアミノ酸と加熱した試験液にきわめて高い値が得られた。したがつて上

Table 3. Relative fluorescence of the mixtures of sugar phosphate and amino acid after autoclaving for one hour at 115°C, when compared to 1 p.p.m. solution (0.1 N H_2SO_4) of quinine sulfate.

Comp. \ Amino acid	Lys.	Gly.	None
G1P	12.0	8.0	6.0
G6P	36.0	32.0	6.0
F6P	41.0	40.0	0
FDP	46.6	26.8	0
AMP	15.6	7.8	5.4
ATP	12.8	5.0	0

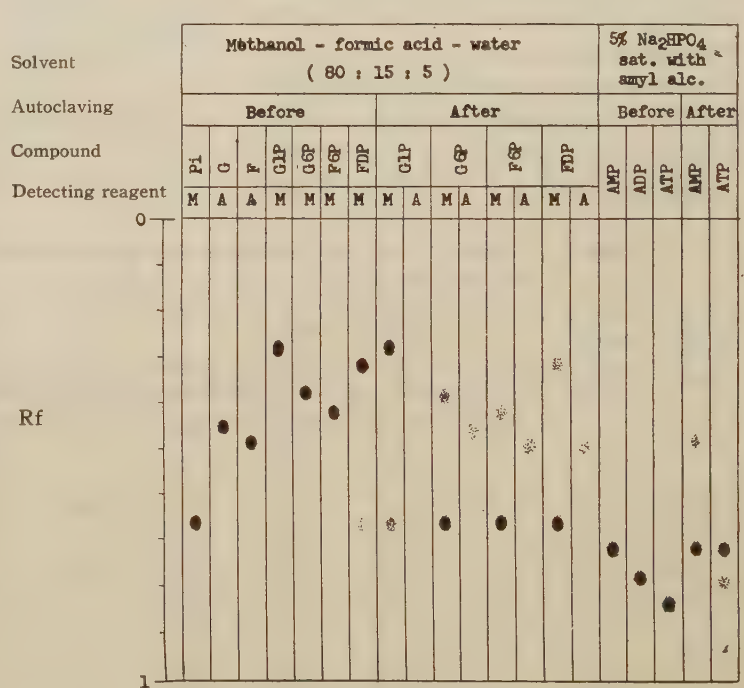


Fig. 1. Paperchromatograms of sugar phosphates before and after autoclaving for one hour at 115°C. Paper strips (Toyo filter paper No. 51) were developed at room temperature by descending method. Spots were detected by molybdate reagent (M) and aniline phthalate reagent (A) for hexose phosphates, and by ultraviolet absorption for adenosine phosphates. P_i represents inorganic phosphate.

記3種のヘキソース燐酸はアミノ酸の共存下に加熱した場合，糖-アミノ酸系の場合と同様に，螢光物質を前駆体とする褐変物質を生成するごとき反応を起すものと考えられる。

ペーパークロマトグラフ　加熱処理をした溶液中の成分の性質をペーパークロマトグラフによつて検討した (Fig. 1)。

すなわち，メタノール-ギ酸-水 (80 : 15 : 5)[7] によつて，東洋沪紙 No. 51 にスポットしたヘキソース燐酸を下降法で展開せしめ，加熱前後のものを比較した。まずモリブデン試薬[8] で検出を行なうと，加熱しないものは無機燐酸が認められない (FDP を除き) が，加熱したものでは多量の無機燐酸が検出される。また G6P, F6P, FDP それ自体が著しく減少し，同時に，さして明瞭ではないがアニリン蓚酸試薬[8] によるグルコースあるいはフラクトースと同定されるスポットを与えた。G1P は Table 2 の分析結果から推定されるのと同様に，ペーパークロマトグラフによつても，加熱による著しい分解が起らないことが確認された。G6P, F6P, FDP の褐色物質は糖-アミノ酸の場合[8] と同様に原点に残留するようにみえた。

つぎに iso-アミルアルコール飽和の 5% Na_2HPO_4 水溶液[9] でアデノシン燐酸を下降展開して，紫外線吸収のスポットを検出すると，ATP は加熱によつて少量の ADP と多量の AMP を生じ ATP は全く消失していた。AMP の場合 R_f 0.48 附近にきわめて稀薄ではあるがアデニンあるいはアデノシンらしい1つのスポットがみられたが本実験からはそれ以上のことは明かでない。

Table 2 の結果と併せて考えると，ATP (およびおそらく ADP も) は加熱により高エネルギー燐酸を遊離してAMP になり，さらにその一部はオルシノール反応に対して陰性な物質に変化するものと思われるが褐変とは直接の関係が認められない。

要　約

1. ヘキソース燐酸およびアデノシン燐酸をアミノ酸とともに加熱してその変化を観察した。
2. G1P, AMP, ATP は全く褐変しないが，G6P, F6P, FDP は明かに褐変した。
3. 一般にヘキソース燐酸およびアデノシン燐酸は加熱により無機燐を遊離し，糖は減少した。
4. G6P, F6P, FDP の褐変液は強い螢光を示した。
5. アミノ酸が共存しないと燐の遊離度，糖の減少度，褐変度，螢光度等がいずれもアミノ酸共存の場合よりも小さかつた。
6. アデノシン燐酸の加熱による糖の減少の原因は明かでないが，G6P, F6P, FDP の場合には，加熱によりまず燐が遊離し，残つた糖部分がアミノ酸と反応し，螢光物質を経て褐変物質を生ずるものと考えられた。

本研究にご指導賜つた九州大学富山哲夫教授，東京水産大学小野豊樹教授ならびに実験に協力された佐野公博君に感謝の意を表する。

文　献

1) F. Nagayama, T. Ono, F. Sakai and T. Kinoshita: *J. Tokyo Univ. Fish.*, **45** (2), 163 (1959).
2) H. L. A. Tarr: *Biochem. J.*, **59**, 386 (1955).
3) 小野・永山: 本誌, **23**, 260 (1957).
4) 永山: 本誌, **27**, 34 (1961).
5) H. L. A. Tarr: *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **8**, 74 (1950).
6) 永山: 本誌, **26**, 1107 (1960).
7) R. S. Bandurski and B. Axelrod: *J. Biol. Chem.*, **193**, 405 (1951).
8) 永山: 本誌, **27**, 28 (1961).
9) C. E. Carter: *J. Am. Chem. Soc.*, **72**, 1466 (1950).

血合筋肉の化学的研究—XII.
マグロ・ミオグロビンの酸素解離曲線

松浦文雄・橋本周久

(1960 年 10 月 1 日受理)

CHEMICAL STUDIES ON THE RED MUSCLE ("CHIAI") OF FISHES—XII. OXYGEN DISSOCIATION CURVE OF TUNA MYOGLOBIN

Fumio MATSUURA and Kanehisa HASHIMOTO*

The oxygen dissociation curve of myoglobin (Mb) of tuna, *Thunnus orientalis*, was measured on crystalline specimen of the pigment essentially by the method of RIGGS[7]. According to the results obtained, the respiratory property of tuna Mb was as a whole very similar to that of mammalian Mb's: Its oxygen affinity was hardly affected by pH, and the concentrations of salt and the pigment, but appreciably by temperature (Figs. 1 and 2). The overall heat of oxygenation calculated from these data was 14.6 kcal per mole of Mb. The oxygen pressure at half saturation for tuna Mb was around 0.6 mm.Hg at neutral pH and 15°C., whose value was also in a good agreement with those for mammalian. The Mb is, howeves, different from mammalian ones in the following point: Although it is reported[10] that there is a proportional relationship for Hb and Mb between the number of free sulfhydryl group in their molecule and the degree of the BOHR effect, it is not the case with tuna Mb, since it possesses one to two free sulfhydryl groups per molecule[6,13] and neverthless its oxygen affinity is scarcely affected by pH.

The relative affinity of tuna Mb for oxygen and carbon monoxide was, however, somewhat characteristic; the equilibrium constant (K), as defined by the equation, $K = [MbCO] \cdot p_{O_2}/[MbO_2] \cdot p_{CO}$, was fairly larger than those for mammalian Mb's (Table 1). A linear relationship between logarithm of the equilibrium constant and the span (the difference in wavelength between the α bands of oxy- and carbonyl-derivative of Mb or Hb) which has been reported by THEORELL[15] and others, was found to be inapplicable to this Mb (Fig. 3).

いわゆる赤身魚肉の赤色は主として筋肉色素ミオグロビン（以下 Mb と略）によるもので，マグロ，カツオ等活動性の魚種ではこの含量が高い。特にこれらの血合中の含量は時に数％にもおよぶことを先に報告した[1]。Mb の演ずる根本的な役割は血液の運搬してきた酸素を受け取り組織呼吸のためこれを必要とするまで一時的に貯蔵することにあり，したがつて一般に運動の活発な筋肉程含量の高い傾向のあることが哺乳動物について知られている[2,3]。上記のごとく活動性の魚種の筋肉に，殊に血合に Mb の多いことは魚類も哺乳類 Mb と同様の役割を果していることを推測させる。しかしながら，たとえばスペクトル的性質[4]，溶解度[5]，アミノ酸組成[6] 等の点で魚類にはそれなりの特異性を有するところから考えて，かつまた両動物種間には呼吸様式の上での大きな相違のあることでもあり，両者の動物の Mb の呼吸生理的機能の細部においてあるいは認むべき差異があつたとしても不思議ではない。そこでこれらの点を酸素解離に関連する諸性質の面から調べて見たいと考えた。ところがマグロ Mb を選んで以下の研究を行なつた限りでは哺乳類 Mb と余り大きな違いを見出すことができなかつた。以下研究の経過を報告する。

実験の部

試料　既報[4] のごとくして調製したホンマグロ Mb 結晶（再結晶 2 回）を蒸留水に溶解し，透析により塩類除去後供試した。なお対照としてウマ Mb 結晶（再結晶 2 回）を同様にして調製，使用した。

酸素解離曲線測定方法　前記の Mb 水溶液を phosphate buffer で稀釈し，通常 buffer の最終濃度

* 東大農学部水産化学研究室 (Lab. Fish. Chem., Fac. Agr., Tokyo Univ., Tokyo, Japan).

0.1M, 同 pH 7.5 前後，Mb の最終濃度 0.4〜0.5% となるごとくした。Mb は調製中または貯蔵中事実上全て酸化型（メト型）になつて了つているので氷水冷却下微量の $Na_2S_2O_4$ を加えて還元型となし，さらに液を緩かに流動して空気に触れしめることによつてオキシ型に誘導した後，酸素解離曲線の測定に付した。測定には RIGGS[7] の装置を多少変改[8] して使用し，方法はすべて既報[8]のごとくである。

結 果 と 考 察

まず予備試験において 0.3〜3.2% の範囲の種々の色素蛋白濃度でマグロ Mb の酸素親和度を測定したところ，ほとんど差が認められず，哺乳動物の場合[9] と同じく色素濃度の影響は無視できることが判つた。そこで本研究においては全べて便宜上前記のごとく 0.4〜0.5% の色素蛋白濃度を選んだものである。

さて酸素解離曲線への pH の影響は Fig. 1 に示すごとくほとんど認められなかつた。Mb の酸素平衡が血液色素ヘモグロビン (Hb) と異なつて一般に pH の影響を受けないこと，すなわち BOHR 効果を示さないことは夙に知られていることで，マグロ **Mb** もその例外でなかつた訳である。

主に Hb についてではあるが BOHR 効果の大きさと Hb 分子中の遊離 SH 基数とは相関する[10] ことが知られている。ウマ Mb は遊離 SH 基を有せず[11]，もちろんほとんど BOHR 効果は見られない[12]。これに対してマグロ Mb は哺乳類 Mb と違つて 1 分子当り 1 ケの cysteine[6]，または 1〜2 ケの遊離 SH 基[13]を有するということから考えて多少の BOHR 効果を示すことが予想されたが，案に相違してほとんど認められなかつた。上記の相関はマグロ Mb には適用し得ないのであろうか。

つぎに酸素親和度について見ると Fig. 1 から明かなようにマグロ Mb の半飽和酸素圧 (p_{50}) は 15°C, 中性付近の pH で約 0.6mmHg であり，対照のウマ Mb についての実測値とも，ウマ Mb[12] あるいはヒト Mb[9] での文献値（測定条件，本実験にほぼ同じ）ともよく似ていた。この点に関し偶々結晶調製に手間取つたマグロ Mb の別試料について測定した結果ではやや高い酸素親和度がみられ，上記と同じ条件下での p_{50} は約 0.3mmHg に過ぎなかつた。遊離 SH 基の少ない Hb 程，その酸素親和度が高い傾向にある[10,14] といわれているので，DOLLAR ら[13] の報じているごとき古いマグロ Mb 試料では遊離 SH 基がほとんど消失して了うとの現象がここにも当てはまるのかも知れない。なお Fig. 1 の結果から，HILL の方程式における n 値を算出したところ，いずれも 1.0〜1.1 の間にあり，哺乳動物 Mb の場合[9,12]と変らなかつた。

つぎに酸素解離曲線におよぼす塩類濃度の影響を調べたが，phosphate buffer の最終濃度を 0.1M にした場合と 1.0M にした場合とではごく僅かの差しか認められなかつた。すなわち後者の場合は前者に比して

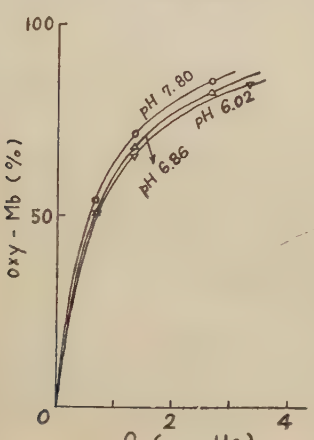


Fig. 1. Effect of pH on the oxygen dissociation curve of tuna Mb (0.1M phosphate buffer, 15°C).

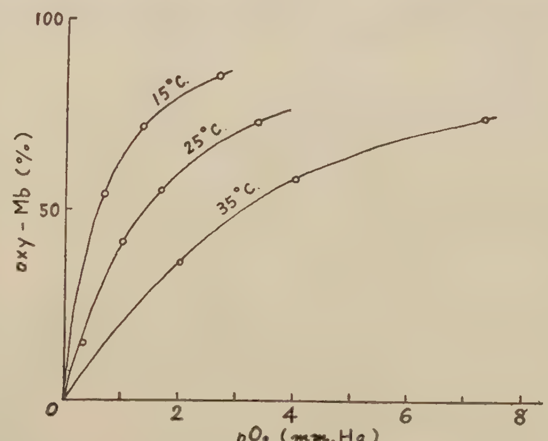


Fig. 2. Effect of temperature on the oxygen dissociation curve of tuna Mb (0.1M phosphate buffer, pH 7.4).

解離曲線が右方に 0.2mmHg 程度移動するに過ぎず，この点もヒト Mb[9] 等につき報ぜられているところと一致する。

温度の影響は以上述べた他の諸要因と異つてかなり顕著であつた (Fig. 2)。温度上昇につれて本色素蛋白の酸素親和度は低下し，また 35°C ではやや高い n 値 (1.3) を示した。後者の理由については現在のところ判らない。さてこの結果から VAN'T HOFF の式によつて1モルのマグロ Mb の酸素化に伴う反応熱を求めると 14.6 kcal (25°C) となり，この値はウマ Mb[12] での 17.5 kcal (32°C)，あるいはヒト Mb[9] での 13.0 kcal (25°C) 等に比せられる。

最後にこの Mb の酸素と一酸化炭素とに対する相対的親和度を調べた。すなわち両者ガスの混合気中での Mb の平衡は次式によつて示される：

$$MbO_2 + CO \rightleftarrows MbCO + O_2$$

ここに MbO_2 はオキシ Mb，MbCO はカルボニル Mb を表わす。かくてこの場合の平衡恒数 $K = [MbCO]\cdot p_{O_2}/[MbO_2]\cdot p_{CO}$ により Mb の両者ガスに対する相対的親和度が表わされる。実験の結果は Table 1 に示すごとく平衡恒数は約 83（4実験の平均値）であつた。この値はウマ Mb[15] での 19.2 (20°C) ないしヒト Mb[9] での 37〜40 (20°C) よりかなり大さく，むしろ魚類を含めて広く脊椎動物の Hb (K = 100〜600)[16] に近い。経験的にもマグロに限らず魚類の Mb は一度カルボニル化すると空気に曝して置いてもウマ等の Mb の場合より Mb O_2 に変じ難い事実があり，上記の結果を裏付けるものである。

Table 1. Equilibrium constant (K) of tuna Mb in the mixed gas of oxygen and carbon monoxide (0.1M phosphate buffer, pH 7.6, 20°C).

Experiment	$MbCO/MbO_2$	p_{O_2}/p_{CO}	K
(1)	3.85	21	80.9
(2)	1.76	42	73.8
(3)	1.02	84	85.6
(4)	4.30	21	90.1
			Mean = 82.6

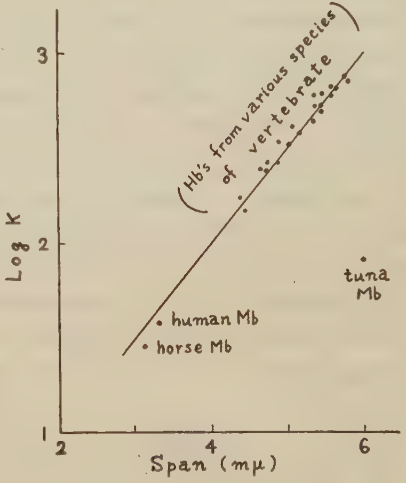


Fig. 3. Relationship between the equilibrium constant (K) and the span for Mb from tuna and a few mammals. Data except on tuna Mb were cited from THEORELL[15], ROSSI-FANELLI, *et al.*[9], and ANSON, *et al.*[16]

この平衡恒数と吸収スペクトルとの間にはほぼ一定の相関々係のあることが ANSON ら[16] および THEORELL[15] によつて唱えられている。すなわち Fig. 3 に示すごとく，動物種および Mb, Hb の如何を問わず，オキシ型とカルボニル型との間における α 吸収極大の波長の差 (span) と平衡恒数の対数との間には直線関係があるといわれる。哺乳動物の Mb は Hb に比べて span も平衡恒数も小さいので図のごとくその点は"直線"から僅かに外れる程度であるが，マグロ Mb では span は哺乳動物 Mb よりはむしろ Hb に比すべく[4]，また一方平衡恒数がその割には大きくないので，この関係をプロットすると"直線"から著しく外れることが判る（無脊椎動物 *Gastrophilus* の幼虫の Hb でも同様の事実が知られている[16]）。現在なおこの直線関係の本質が明かでないのでマグロ Mb での前述の事実の意義は全く不詳であるが，とに角この Mb の特異性の1つに数えることができると思われる。

以上のごとくマグロ Mb は酸素と一酸化炭素とに対する相対的親和度の点を除いては哺乳類一般の Mb と呼吸生理上の性質において酷似している。本 Mb の多くの種特異性を考え合わせるとこのことはむしろ予想外のことであつた。

要　　　約

ホンマグロ Mb の酸素解離曲線を種々の条件の下で測定した。生理的条件に近い条件での酸素親和度，および pH，塩濃度，温度等の解離曲線への影響は哺乳動物 Mb の場合とよく似ていたが，酸素と一酸化炭素とに対する相対的親和度においてやや特異性が見られた。

終りに臨み，本研究実施に当り一部助力を仰いだ山口雄三氏に深謝する。なお本研究費は一部文部省科学研究費によつた。ここに記して謝意を表する。

文　　　献

1) 松浦文雄・橋本周久： 本誌，**24**，809 (1959).
2) MILLIKAN, G. A.: *Physiol. Revs.* **19**, 503 (1939).
3) LAWRIE, R. A.: *Nature* **171**, 1069 (1953).
4) 松浦文雄・橋本周久： 本誌，**20**，946 (1955).
5) 松浦文雄・橋本周久： 本誌，**22**，408 (1956).
6) 鴻巣章二・橋本周久・松浦文雄： 本誌，**24**，563 (1958).
7) RIGGS, A.: *J. Gen. Physiol.* **35**, 23 (1951).
8) 橋本周久・山口雄三・松浦文雄： 本誌，**26**，827 (1960).
9) ROSSI-FANELLI, A. and ANTONINI, E.: *Arch. Biochem. Biophys.* **77**, 478 (1958).
10) RIGGS, A.: *Nature* **183**, 1037 (1959).
11) TRISTRAM, G. R.: "Haemoglobin", Butterworths Sci. Publ., London (1949), p. 109.
12) THEORELL, H.: *Biochem. Z.* **268**, 73 (1934).
13) DOLLAR, A. M., BROWN, W. D. and OLCOTT, H. S.: *Biochem. Biophys. Research Communs.* **1**, 276 (1959).
14) SCHMIDT-NIELSEN, K. and GJÖNNES, B.: *Fed. Proc.* **11**, 140 (1952).
15) THEORELL, H.: *Biochem. Z.* **268**, 64 (1934).
16) ANSON, M. L., BARCROFT, J., MIRSKY, A. E. and OINUMA, S.: *Proc. Roy. Soc. London*, **97 B**, 61 (1925).
17) KEILIN, D. and WANG, Y. L.: *Biochem. J.* **40**, 855 (1946).

（**追記**） 本稿作成中 ROSSI-FANELLI ら（*Nature* **186**, 896 (1960)）のマグロ Mb の酸素平衡についての研究報告に接したが，その酸素親和度，pH および温度の影響につき本報告とよく似た結果を報じている。

かつお節のシラタに関する研究—II.
色調の灰白色化に関する分光光学的検索（その II）

小 泉 千 秋

(1960 年 10 月 3 日受理)

STUDIES ON THE *SHIRATA* IN *KATSUOBUSHI*—II. SPECTROPHOTOMETRIC STUDIES INTO THE DISCOLORATION OF *KATSUOBUSHI* UNDER STORAGE (PART II)

Chiaki KOIZUMI*

In the previous paper[1], it have been stated that discoloration of *katsuobushi* is caused by disappearance of muscle pigment, this disappearance of pigment may perhaps be due to oxidative destruction of porphyrine ring, a prosthetic group of muscle pigment, for the discoloration is markedly accelated by the action of atmospheric oxygen.

In the present paper, with the object of clearing the chemical relation between autoxidation of fat and development of *shirata* in a piece of *katsuobushi*, two series of experiment in model systems were carried out in which commercial hemin and skipjack head oil were employed. In the case of the reaction between pyridinehemichrome and skipjack oil in chloroform, pyridinehemichrome content remaining in the chloroform solution was in inverse proportion to the peroxide value of skipjack oil (Figs. 1 and 2). This result suggests the reaction of peroxide formed in skipjack oil with pyridinehemichrome in chloroform to the destruction of porphyrine ring. HAROWITZ et al[2] have attributed the discoloration of a hemoglobin solution through the reaction between unsaturated fatty acid and oxygen to the action of fatty acid peroxide formed by oxidation of unsaturated fatty acid. According to KEILIN et al[3], destruction of porphyrine ring by hydrogen peroxide causes methemoglobin solution to discolor.

A histological study with a piece of *katsuobushi* indicates that the fat goes distributed as fine drops in between the muscle fibers. Whether the fat in this state can act on muscle pigment in muscular tissue of *katsuobushi* has been investigated in a model experiment, using a gelatin-gel loaded with pyridinehemichrome and skipjack oil. The result obtained showed that pyridinehemichrome in the gelatin-gel did decrease when the latter was kept in direct contact with skipjack oil (Fig. 3). This result suggests that peroxide formed in skipjack oil can act on muscle pigment in muscular tissue even in such a state of isolated oil drops as in a piece of *katsuobushi*. Namely, the development of ashy white with the formation of *shirata* in chips of *katsuobushi* is likely to be due to disappearance of muscle pigment, and also in the discoloration of *katsuobushi* peroxide formed by autoxidation of skipjack oil may perhaps play a very important role.

前報[1]でかつお節がシラタになつて色調が灰白色に見えるのは節が含有する筋肉色素が消失するためであり，また節の灰白色化を空気中の酸素が著しく促進するが，空気中の酸素が筋肉色素の補欠分子族である porphyrine 環に直接作用して破壊するものであるか，あるいは節の他の成分がまず酸化し，その酸化生成物が二次的に porphyrine 環に作用するのかについては言及しなかつた。

著者は脂肪含量の多い節ほどシラタが多い傾向を認めたので，かつお節の灰白色化は節が含有する油脂の

* 東京水産大学 (Tokyo Univ. Fish., 6-Shibakaigandori, Minato-ku, Tokyo).

自動酸化とある種の関係を有するものと予想した。市販 hemin とかつお頭油とを用いるモデル実験で，油脂が hemin に直接作用し得る均一溶液中においては供試油脂の過酸化物価が高いほど hemin の消失は著しく，またかつお節の筋肉組織中における筋肉色素と油脂の分布状態を考慮したゼラチンゲルを用いる不均一系のモデル実験においても hemin は油脂の作用によつて消失することを認めた。

HAROWITZ ら[2]によれば，不飽和脂肪酸と酸素との作用によつてヘモグロビン溶液が褪色するのは，おそらく不飽和脂肪酸の自動酸化によつて生成する過酸化物がヘモグロビンに作用して，その補欠分子族である porphyrine 環を破壊するためであり，また KEILIN ら[3]も過酸化水素がメトヘモグロビンに作用するとメトヘモグロビンの porphyrine 環が開裂して，その色調は無色になると報告している。

かつお節の色調の灰白色化も節が含有する油脂の自動酸化によつて生成した過酸化物の作用に基づく porphyrine の酸化開裂によるものと考えられる。

実　　　験

I）かつお節のシラタの出現状態と脂肪含有量との関係

製造地の異なるかつお節の中心部の巾 4cm，長さ 7cm の矩形の部分を切り取り，ナイフで表面を薄く削りとり，また血合部分も除く。この矩形の節を更に皮付側と中骨側とにわけ，各々を鉋で削つて乳鉢で粉末となし，常法に従つて粗脂肪を定量する。また同時に節のシラタの出現状態を観察する (Table 1)。

II）hemin の消失に対する油脂の過酸化物の影響

a）クロロホルム溶液としての均一系における hemin の消失

市販 hemin の約 3mg を1滴のピリヂンに溶解して pyridinehemichrome となしクロロホルムで 100ml とする。一方あらかじめ種々の過酸化物価を有するかつお頭油の約 0.1g を 30ml 容共栓三角フラスコに精秤しておく。この約 0.1g のかつお頭油に前記 pyridinehemichrome のクロロホルム溶液の 20ml をピペットを用いて速やかに加えて油脂を完全に溶解し，三角フラスコのヘッドスペース中の空気を窒素ガスで置換して密栓し暗所に放置する。1時間および 22 時間放置後 350～450mμ および 550～700mμ 領域における吸収を測定して残存 hemin 量を比較する (Figs. 1～2)。

b）ゼラチンゲルを用いる不均一系における hemin の消失

市販 hemin の約 5 mg を1滴のピリヂンに溶解して，pyridinehemichrome となし蒸留水で 20 ml とする。一方殆んど着色のない良質のゼラチン 10g に 80ml の蒸留水を加えて加熱溶解し放冷後，凝固する寸前に前記 pyridinehemichrome の水溶液の 20 ml を加えて攪拌し充分に混和する。次にこの pyridinehemichrome のゼラチン液を手早く径約 6 cm のシャーレーに厚さ約 1.5 cm に流し込み，冷蔵庫内で凝固させる。充分に凝固したらシャーレーから形が崩れないようにゼラチンゲルを抜き取り，あらかじめ径 9 cm のシャーレーの内面にかつお頭油（過酸化物価 1078 meq/kg）を薄く塗つておいた上に気泡の入らないように密着しておく。シャーレーの蓋をしてから，乾燥剤を除いた褐色デシケーター中に水平に置き，デシケーター中の空気をアスピレーターで除いてから，窒素ガスを送り込み，密封して暗所に放置する。2日間放置後ゼラチンゲルと油脂との接触面から 3 mm までの部分と，3 mm から 6 mm までの部分から各々 4 g のゼラチンゲルを秤取し，20 ml の蒸留水をピペットを用いて加え，できるだけ低温にてゼラチンゲルを溶解する。放冷後沪過してから 350～450 mμ 領域における吸収を測定して残存する pyridinehemichrome の量を対照（かつお頭油の代りに流動パラフィンを用いる）と比較する (Fig. 3)。

結果および考察

前報でかつお節がシラタとなつて色調が灰白色になるのは節が含有する筋肉色素が消失するためであり，この筋肉色素の消失は porphyrine の酸化的な破壊によるものであろうと述べた。ヘモグロビンが過酸化物によつて破壊され，色調が褪色することは既に二，三の研究者によつて認められている。著者も油脂による pyridinehemichrome の消失のモデル実験において供試油脂の過酸化物価が高いほど pyridinehemichrome

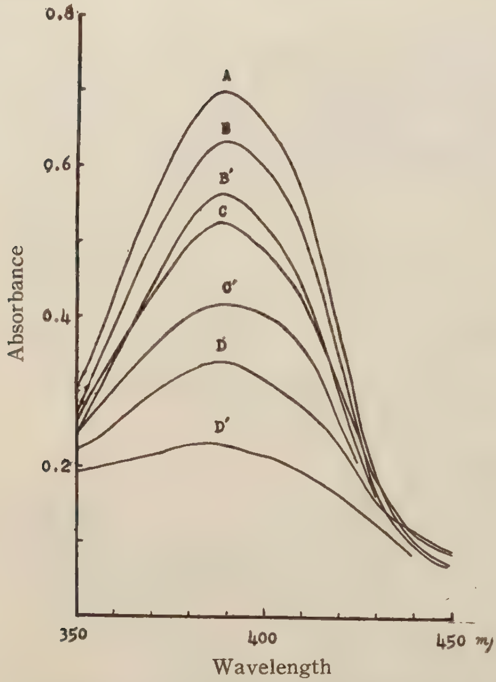


Fig. 1. A spectrophotometric showing of the oxidative destruction of pyridinehemichrome dissolved in chloroform advancing in the presence of peroxide.

A; Control. B and B′; A added with 0.0993g of skipjack head oil (P.V.: 8.55 meq/kg, I.V.: 209.2, S.V.: 188.1, A.V.: 2.64)*, kept stood for an hour (B) and 22 hours (B′) in the dark and examined after the dilution with 5 volume portions of chloroform. C and C′: A added with 0.0984g of skipjack head oil (P.V.: 51.2 meq/kg, I.V.: 209.2, S.V.: 189.1, A.V.: 3.25), kept stood for an hour (C) and 22 hours (C′) in the dark and examined after the dilution with 5 volume portions of chloroform. D and D′: A added with 0.0997g of skipjack head oil (P.V.: 137.8 meq/kg, I.V.: 202.0, S.V.: 191.8, A.V.: 2.70), kept stood for an hour (D) and 22 hours (D′) in the dark and examined after the dilution with 5 volume portions of chloroform.

* P.V.: Peroxide value, I.V.: Iodine value, S.V.: Saponification value, A.V.: Acid value.

Table 1. Relation between the formation of ashy white *shirata* and the content of fat in *katsuobushi* (*kamebushi*, a type of manufacture with each body side muscle).

Place of production	Size (cm)	Weight (g)	Section*	Moisture (%)	Crude fat (%)	Crude fat in dry matter (%)	Average of crud fat (%)	Development of *shirata***
Izu	21.5×7.5	230	B S	14.7 14.9	1.3 3.1	1.5 3.6	2.6	±
〃	18.5×6.0	130	B S	14.4 14.1	3.9 5.6	4.6 6.5	5.6	+
〃	21.0×7.0	198	B S	16.9 16.2	7.4 10.5	8.9 12.6	10.8	++
Tosa	20.5×7.5	164	B S	15.4 15.3	3.2 5.0	3.8 5.9	4.9	+
〃	20.0×7.0	172	B S	15.4 15.2	2.5 4.3	3.0 5.0	4.0	±
〃	21.0×7.0	175	B S	14.1 13.8	4.1 5.9	4.8 6.9	5.9	++
Satsuma	21.0×7.0	173	B S	15.5 15.0	2.2 4.0	2.6 4.7	3.7	±
〃	21.5×7.0	181	B S	14.4 13.0	1.9 3.6	2.2 4.1	3.2	±
〃	20.0×7.0	151	B S	15.7 14.1	7.1 8.0	8.4 9.3	8.9	++

* B: A portion near the backbone. S: A portion near the skin.
** ±: An ashy white develops hardly.
+: An ashy white develops a little in a portion near the skin.
++: An ashy white part occupies 1/2~1/3 of the volume of the *katsuobushi* piece.

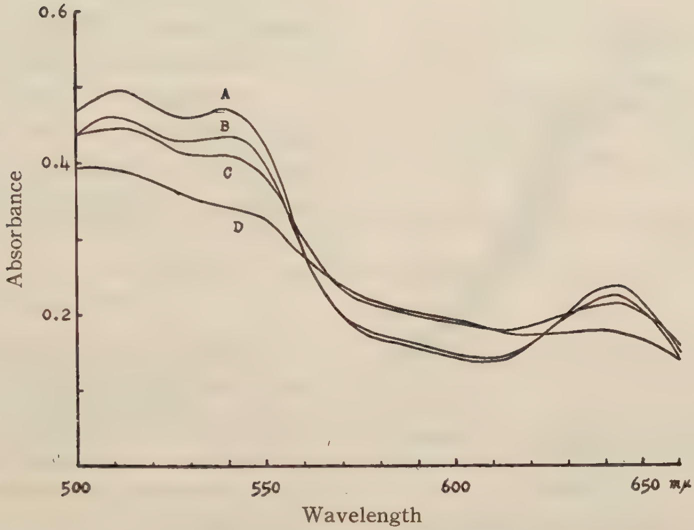


Fig. 2. A spectrophotometric illustration of the oxidative destruction of pyridinehemichrome dissolved in chloroform advancing in the presence of peroxide.

A: Control. B: A added with 0.0993g of skipjack head oil (P.V.: 8.55 meq/kg, I.V.: 209.2, S.V.: 188.1, A.V.: 2.64)*, and measured after keeping stood for an hour in the dark. C: A added with 0.0984g of skipjack head oil (P.V.: 51.2 meq/kg, I.V.: 209.2, S.V.: 189.1, A.V.: 3.25) and measured after keeping stood for an hour in the dark. D: A added with 0.0997 g of skipjack head oil (P.V.: 137.8 meq/kg, I.V.: 202.0, S.V.: 191.8, A.V.: 2.70) and measured after keeping stood for an hour in the dark.

* P.V.: Peroxide value, I.V.: Iodine value, S.V.: Saponification value, A.V.: Acid value.

の消失は著しいことを認めた (Figs. 1～2)。

かつお節が含有する油脂は多くの不飽和脂肪酸を含有しているために，その長い製造期間中あるいは製了後の貯蔵中に自動酸化してかなり多量の過酸化物を生成しているものと考えてよいであろう。また脂肪含量の多い節ほどシラタが多い傾向があり (Table 1)，特に油の多い皮付側と腹部にはシラタが多いことを考え合せれば，かつお節がシラタとなつて灰白色に見えるのは空気中の酸素が節の筋肉色素に直接作用するためであると考えるよりも，節が含有する油脂の自動酸化生成物である過酸化物の作用によると考える方が適切であろう。

しかしながら，かつお節中の脂肪の分布状態を組織学的に観察してみると，油脂は筋肉線維間に細かい粒状となつて存在し，著者がかつお頭油と pyridinehemichrome の両者をクロロホルムに溶解して反応させた実験条件と実際とはかなり異なる。そこで，実際的な節中の油脂の分布状態を考慮して，かつお頭油と pyridinehemichrome との不一均系における反応をゼラチンゲルを用いるモデル実験で検討した。結果は Fig. 3 に示す通り，対照区 (かつお頭油の代りに流動パラフィンを用いた) はゼラチンゲルの表面においても，内部においても pyridinehemichrome の残存量は多少減少している程度で殆んど変らないが，かつお頭油を用いた試験区のものは内部においては変らないが，油脂との接触面において pyridinehemichrome は減少し，明らかにかつお頭油中の過酸化物がゼラチンゲル中の pyridinehemichrome に作用したことを示している。しかしかつお頭油がどの程度まで内部のゼラチンゲル中の pyridinehemichrome に作用したかは不明である。いずれにしても，これらのことはかつお節の筋肉線維間に粒状に分布する油脂も筋肉中

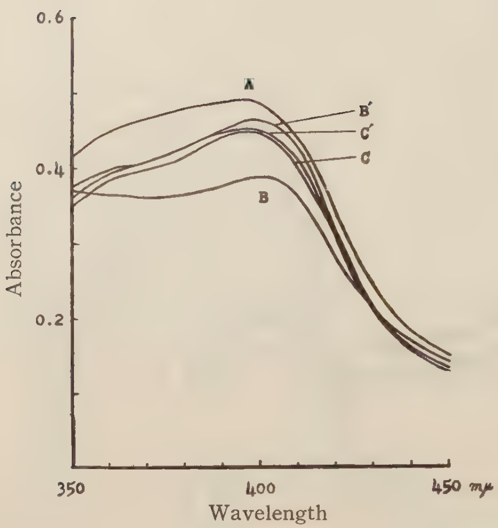


Fig. 3. A spectrophotometric demonstration of the oxidative destruction of pyridinehemichrome added to a gelatin-gel piece kept in contact with skipjack head oil.

A: Initial content of added pyridinehemichrome in gelatin-gel. B: Relative content of pyridinehemichrome found remaining in the surface layer of a gelatin-gel piece kept in contact with skipjack head oil (P.V.: 1078 meq/kg)* for 2 days in the dark. B′: Relative content of pyridinehemichrome found remaining in the inner part of a gelatin-gel piece kept in contact with skipjack head oil (P.V.: 1078 meq/kg) for 2 days in the dark. C: Relative content of pyridinehemichrome found remaining in the surface layer of a gelatin-gel piece kept in contact with paraffine liquid for 2 days in the dark (control). C′: Relative content of pyridinehemichrome found remaining in the inner part of a gelatin-gel piece kept with paraffine liquid for 2 days in the dark (control).

* P.V.: Peroxide value.

の色素に充分作用し得ることを示している。すなわち，かつお節がシラタとなつて灰白色に見えるのは節が含有する筋肉色素が消失するためであり，この筋肉色素の消失は節が含有する油脂が空気中の酸素の作用によつてまず自動酸化し，その酸化生成物である過酸化物が二次的に筋肉色素の porphyrine 環に作用してこれを破壊するためであろう。

要　　約

かつお節のシラタが灰白色に見えるのは節が含用する筋肉色素が消失するためであることはすでに報告した。節中の筋肉色素が消失する原因について市販 heminとかつお頭油を用いるモデル実験で分光光学的に検討した。 pyridinehemichrome とかつお頭油との，クロロホルム溶液としての均一系の反応においては供試油脂の過酸化物価が高いほど pyridinehemichrome の減少は著しく，またゼラチンゲルを用いる不均一系の反応においても pyridinehemichrome は減少し，油脂が pyridinehemichrome に作用し得ることを認めた。以上のことから，かつお節がシラタになつて灰白色に見えるのは筋肉色素が消失するためであり，筋肉色素の消失は節が含有する油脂の酸化生成物である過酸化物によつて破壊されるためであろう。

終りに臨み，懇篤なる指導と校閲を賜つた東京水産大学野中順三九博士に対し謹んで感謝の意を表する。また実験材料を提供された株式会社かねにんべん専務高津照五郎氏に感謝する。

文　　献

1) 小泉千秋・野中順三九： 本誌, **26** (12), 1210～1215 (1960).
2) Felix Haurowitz, Paula Schwerin and M. Mutahhar Yenson: *J. Biol. Chem.*, **140**, 353～359 (1941).
3) D. Keilin and E. F. Hartree: *Nature* **166**, 513～514 (1950).

軟体動物成分に関するポーラログラフ的研究—IV.

福島　清・岡田郁之助

(1960 年 10 月 6 日受理)

POLAROGRAPHIC STUDIES ON THE MOLLUSCAN MEAT—IV.

Kiyoshi FUKUSHIMA* and Ikunosuke OKADA**

In the previous reports[1-3], the authors found that a polarographically reducible organic base from water soluble extractives of cuttle fish meat has an absorption muximum at 272 $m\mu$ in water or Mc Ilvaine's buffer solution (pH 7.0), and its reaction with ninhydrin is negative. In this paper, we have studied on the separation (Figs. 1～2) or the crystallization of this base and compared it with some authentic organic bases by the technique of polarography or spectrophotometry. According to the results, it was found that this organic base which is soluble in alcohol and insoluble in ether is not identical with anyone of several organic bases such as adenine, hypoxanthine, xanthine, thymine, thiamine, glycol-betaine, choline, creatinine (Table 1 and Figs. 3～4) and 5-hydroxy-tryptamine (Figs. 5～6).

緒　　言

軟体動物および甲殻類動物エキス中の塩基成分に関してはすでに多種類にわたり研究報告[4-9]されている。

著者は前報[1-3] において，イカ肉エキス中の酸性イオン交換樹脂に吸着されうるある種塩基がポーラログラフ還元波を示すこと，紫外部 (272$m\mu$) に吸収極大を有すること，ならびにニンヒドリン反応陰性物質であることなどを報告した。

今回の実験では以上のような性質を手懸りとして，前報[2] の方法を幾分改良しイオン交換樹脂分別溶出法を用いてえた塩基区分よりの目的成分の結晶化，および数種塩基類標品との紫外部吸収ならびにポーラログラフによる比較検討を試みたので報告する。

実験の部

実験 I. イカ水抽出液のイオン交換樹脂分別溶出法による目的塩基成分の結晶化

著者はポーラログラフ還元波を示すイカ水抽出液中の塩基成分の単離および結晶化を計るため，前報記載の方法[2] を幾分改良し，Amberlite IR-120 樹脂カラム使用による目的塩基成分の吸着および稀アンモニア水による分別溶出を下記の通り行つた。

実験 a)

吸着試料: スルメ細片約 10g に水 400 ml を加え，80°C にて1時間加温浸出し，その浸出液を活性炭処理し試料液とする。

カラム: Amberlite IR-120, H^+ イオン型 (50～100 メッシュ), 3.0×30.0 cm.

脱着液: 0.4 N-アンモニア水

分割捕集液量: 10.0 ml.

まず吸着試料液を 0.5 ml/min. の流速でカラムに吸着後，約 500 ml の水で水洗，ついで脱着液を 0.5 ml/min. の流速で流し，溶出液の紫外部吸光度を 250, 272 および 300 $m\mu$ の波長において測定する。

---

* 現在，味の素 K. K. 食品研究室

** 東京水産大学化学教室 (Tokyo Univ. Fish., Minato-ku, Tokyo, Japan).

$\lambda_{max.}$ = 272 $m\mu$ における吸光度測定によつてえた溶出曲線および溶出液 pH の変化は Fig. 1 に示す通りである。

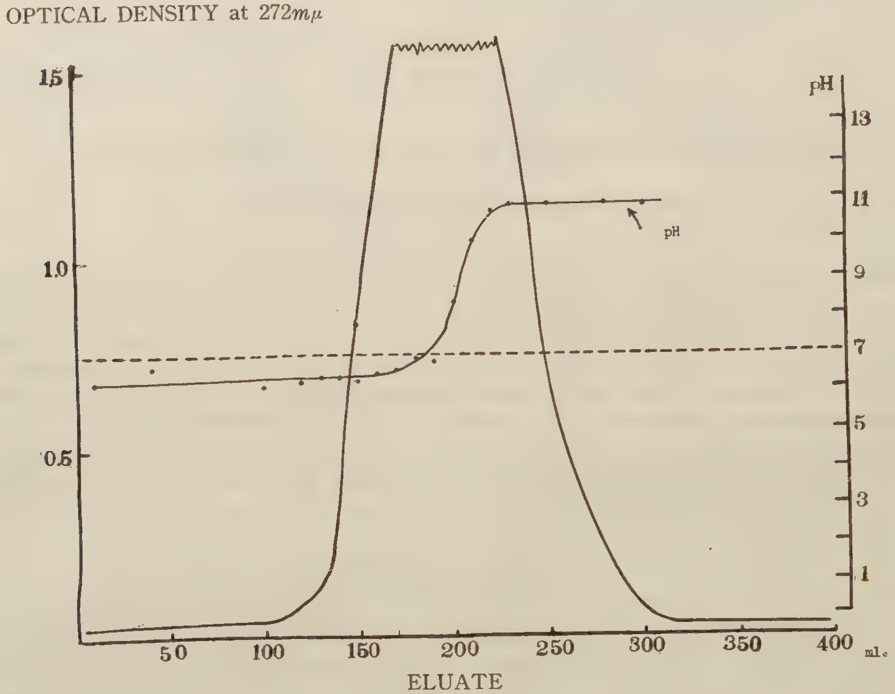


Fig. 1. Separation of organic base from dried cuttle fish meat ("Surume") by cation exchange in an acid system.

Exchanger: Amberlite IR-120 H^+, ca. 50～100 mesh, 3.0×30.0 cm.
Solution: 0.4 N-NH_4OH, flow rate at 0.5 m*l*/min.
Sorbed material: Extractives from 10g of dried cuttle fish meat ("Surume") with 400 m*l* of water.
Measurement: Optical Density at 272 $m\mu$.

実験 b)

実験 a) において 0.4 N-アンモニア分別溶出法により，溶出液 pH の上昇とともに目的塩基の溶出を認めかなり良好な分離能が示されたので，ついでスルメより目的塩基成分の大量分離を行うため下記の通り分離操作の規模を大きくした。

吸着試料: スルメ 1 kg に水 10 *l* を加え 80°C で約 60 分加温浸出し，この沪液を活性炭で処理し，さらに 1 *l* に濃縮した。

カラム: IR-120, H^+ イオン型 (約 200 メッシユ), 9.0×40.0 cm.

脱着液: 0.5 N-アンモニア水

分割捕集液量: 300 m*l* で流速は 0.5 m*l*/min. とした。 0.5 N-アンモニア水脱着による各溶出区分液の 5 m*l* 宛を採り，これに 5 m*l* の 0.5 N-HCl 溶液を加え，この混合液を電解液として各々ポーラログラムを記録したところ，Fig. 2 に示すように Fraction A～Fraction E に明瞭なる目的塩基成分の還元波をえた。このうちの Fraction B 300 m*l* を約 50 m*l* に濃縮後，活性炭で脱色し，その沪液の一部をブタノール・醋酸・水 (4 : 1 : 5) を展開溶媒としてペーパークロマトグラフィーを行つた。ニンヒドリン試薬によりアミノ酸を検したところ，R_f = 0.13, 0.21, 0.27, 0.34 および 0.46 の計 5 種類を検知したので，これらアミノ

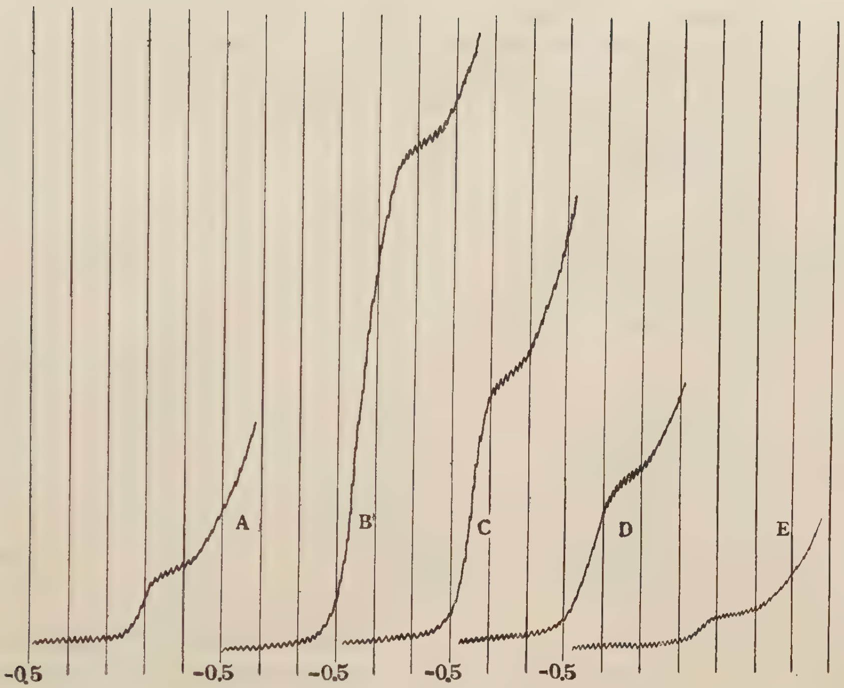


Fig. 2. Polarograms of the organic base fractions separated by cation exchange in an acid system.

Exchanger: Amberlite IR-120 H^+, ca. 200 mesh, 9.0×40.0 cm.
Sorbed material: Extractives from 1 kg of dried cuttle fish meat ("Surume") with 10.0 *l* of water.
Solution: 0.5 N-NH_4OH, flow rate at 0.5 m*l*/min.
A, 1800～2100 m*l*. B, 2100～2400 m*l*. C, 2400～2700 m*l*. D, 2700～3000 m*l*. and E, 3000～3300 m*l*.
Mixed solution of each 5 m*l* of effluence A～E with 5 m*l* of 0.1 N-HCl was used for polarographic sample.

酸を除去するため，この Fraction B 濃縮液をさらに IRA-400 樹脂 (OH^- イオン型，50～100 メッシュ) カラム (4.5×21.0 cm) に通し，残存せるアミノ酸を吸着せしめ，一方貫流液中にはペーパークロマトグラムより上記計5種のアミノ酸はまつたく混在せぬこと，およびそのポーラログラムより目的塩基が確実に捕集されていることを確めた。

かくてえられた精製目的塩基区分をさらに濃縮し，脱色炭処理を施し下記の通り結晶化に関する検討を行つた。

i) 精製目的塩基区分溶液を濃縮蒸発乾固し，放冷した場合，白色塊状もしくは器底より上方に向つて針状結晶の集合あるいは成長を見た。これに 90% エタノールを加えると直ちに溶解する。したがつて本品はアルコールに易溶性である。

ii) i) のごとくしてえた蒸発残渣中の針状結晶を室温空気中に放置すると直ちに吸湿し結晶は消失する。

iii) 密閉容器中の蒸発残渣もしくは針状結晶にエーテルを加え長時間放冷したところ，六角形板状の結晶に変化した。したがつて本品はエーテル不溶性物質[1] と思われる。

以上のように IR-120 酸性イオン交換樹脂による吸着，アンモニア分別溶出，ならびに IRA-400 強塩基性樹脂および活性炭処理などによつてこの塩基成分はかなり精製されているものと思われたが，なお他塩基

Table 1. Ultraviolet absorption maxima and Polarographic half wave potentials of several authentic bases.

	Authentic base	$\lambda_{max.}$ in water	Supporting electrolyte*	Half wave polential V. *vs.* S.C.E.
A	xanthine	265$m\mu$	a	—
B	thiamine-HCl	235, 264[10c]	a	—
B-1			d	−1.09[13]
C	hypoxanthine	250	a	—
D	adenine sulfate	262	a	—
D-1			b	−1.03
D-2			c	−1.05~1.07[12]
D-3			d	—
E	thymine	264	a	—
F	glycol-betaine	—	a	—
G	choline-HCl	—	a	—
H	creatinine	233	a	—

* a, McIlvaine's buffer solution. (pH 7.0); b, 0.1N-HCl; c, 0.1N-$HClO_4$; d, 0.1N-H_2SO_4.

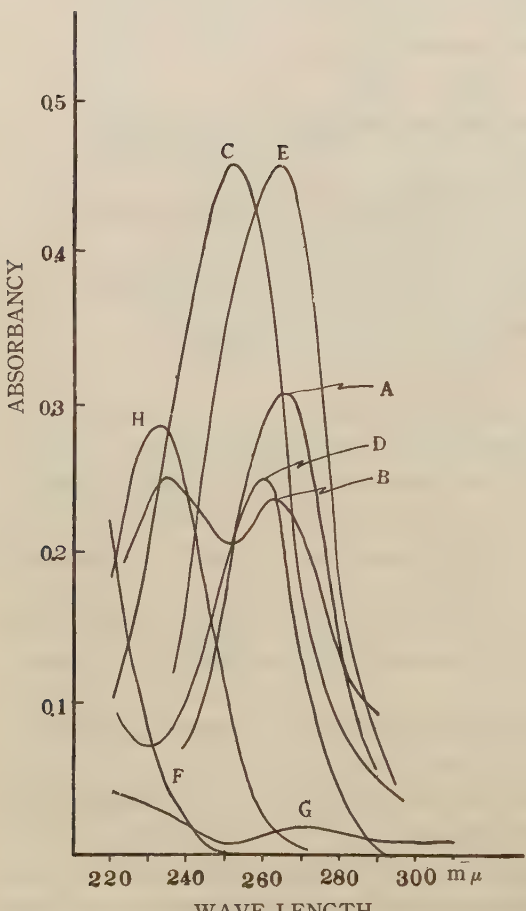


Fig. 3. Absorption spectra of several authentic bases in water.
A, xanthine; B, thiamine-HCl; C, hypoxanthine; D, adenine sulfate; E, thymine; F, glycol-betaine; G, choline-HCl and H, creatinine.

類の不純分混在の可能性も予想されたので，該物質の金属塩類若しくは他の誘導体として取り出すことを以後の研究課題とし，遊離状態での単離結晶化の問題は一応保留した。

実験 II. 数種有機塩基類の紫外部吸収ならびにポーラログラフィー

実験 a)

紫外部吸収を示すピリミヂンまたはプリン塩基類[10a11]の数種標品について主に検討し，その他 2，3 の塩基類についても調べて見た。

各種塩基水溶液の紫外部吸収極大波長を Table 1 に，またその吸収曲線を Fig. 3 に示した。各種塩基の Mc Ilvaine's buffer solution (pH 7.0) 中における半波還元電位を Table 1 に，また各々のポーラログラム記録の結果を Fig. 4 に示した。

以上，紫外部吸収およびポーラログラム記録の結果から前報記載の目的塩基成分の吸収極大波長 272$m\mu$[3]，およびポーラログラム半波還元

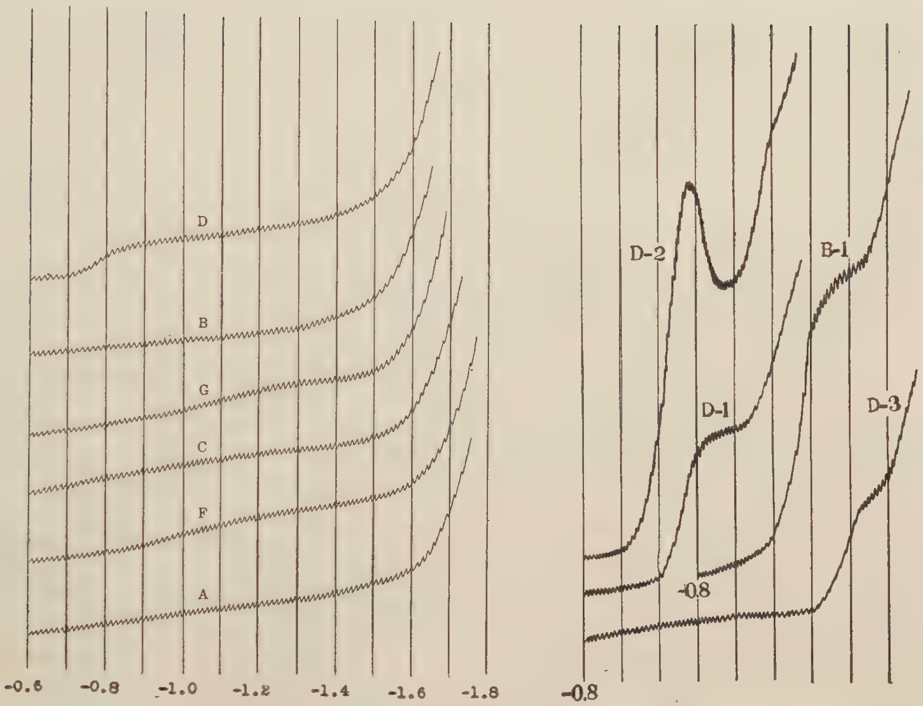


Fig. 4. Polarograms of several authentic bases.

A, xanthine; B, thiamine-HCl; C, hypoxanthine; D, adenine sulfate; F, glycol-betaine and G, choline-HCl (in Mc Ilvaine's buffer solution pH, 7.0). B-1, thiamine-HCl (in 0.1 N-H_2SO_4). D-1～D-3, adenine sulfate: D-1, 0.1 N-HCl; D-2, 0.1 N-$HClO_4$; D-3, 0.1 N-H_2SO_4.

電位 $E_{1/2} = -1.27$v. *vs.* S.C.E. (pH 7.0 の Mc Ilvaine's buffer solution 中) に合致するような塩基を見出せなかつた。

実験 b)

indole-ethylamine の *p* 位 OH 体である 5-hydroxy-tryptamine は serotonine と呼ばれ血圧上昇物質である。これが蛸内分泌腺に含有されるものであることは ERSPAMER[14] により報告されている。また本品の前駆物質であるトリプトファンが 0.1 N-塩酸溶液中で $\lambda_{max.} = 278 m\mu$, 0.1 N-苛性ソーダ溶液中で $\lambda_{max.} = 281 m\mu$ にそれぞれ吸収極大を有する[10b]ことから，イカ水抽出液中にも serotonine が含まれるのではないかと考え，本品についてのポーラログラムおよび紫外部吸収などを検討した。5-hydroxy-tryptamine 標品の蒸溜水中における紫外部吸収曲線は Fig. 5 に示す通りで，$275 m\mu$ に吸収極大値を有し，イカ塩基の吸収極大値 $272 m\mu$ にかなり接近している。

一方，本品の Mc Ilvaine's buffer solution (pH 7.0) およびこれに 4.0 N-塩酸を加え pH < 1.0 とした混合液の両電解質を用いた場合のポーラログラムの結果は Fig. 6 に示す通りイカ塩基の半波還元電位あるいは還元波の様相に非常によく類似するものであつた。

しかしながら著者などのその後の実験によつて，ペーパークロマトグラフィーならびに紫外線照射鑑別法により，標品 5-hydroxy-tryptamine はイカ塩基成分とまつたく R 値の異ることを確認したので附言しておく。

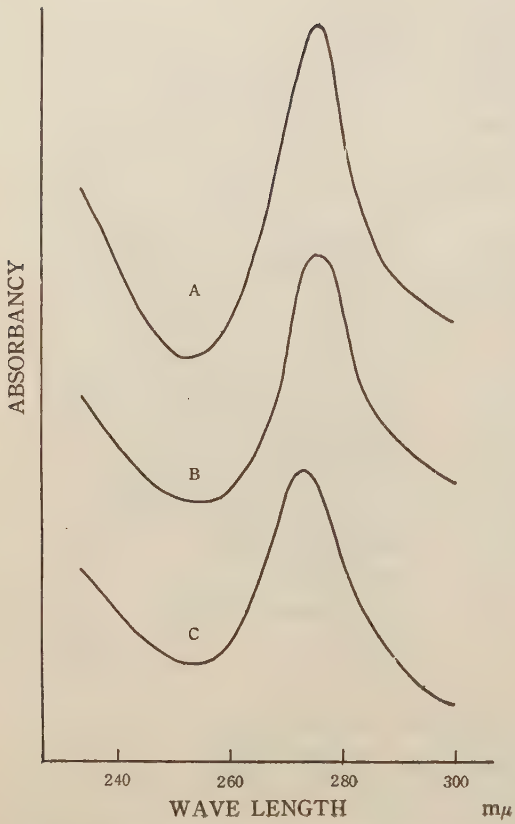


Fig. 5. Absorption spectra of serotonine and the organic base fraction from dried cuttle fish meat ("Surume").

A and B were serotonine in water and 1 N-H_2SO_4 soln. respectively, and C, organic base fraction in water.

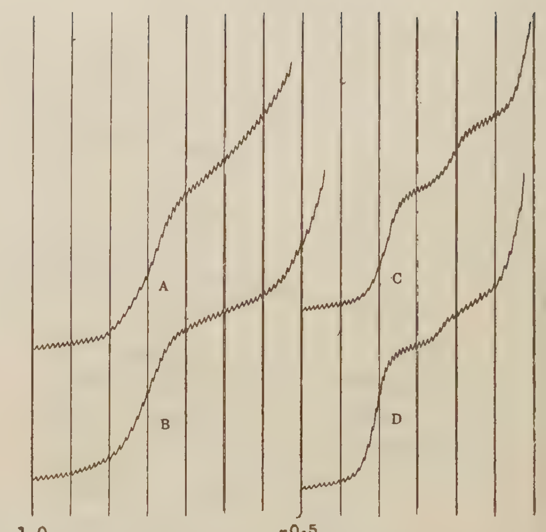


Fig. 6. Polarograms of serotonine and the organic base fraction from cuttle fish meat.

A, serotonine and B, organic base fractign in Mc Ilvaine's buffer solution of pH 7.0. C, serotonine and D, organic base fraction in an acidic soln. (pH $<$ 1.0). Half wave potentials: A, −1.30v; B, −1.27v; C, −0.72v, −0.86v and D, −0.70v, −0.84v *vs*. S.C.E.

摘　　要

1) イカ水抽出液中のポーラログラフ還元波成分である塩基の単離結晶化に，IR-120 酸性イオン交換樹脂使用による稀アンモニア水分別溶出，ならびに IRA-400 陰イオン交換樹脂の併用によつてかなり精製された目的塩基成分濃縮液をえた。濃縮乾固せる残渣については，密閉容器中において白色針状結晶の成長を見るが，開封とともに直ちに結晶は消失し高度の吸湿性を示す。

アルコールに易溶，エーテルに不溶であるが有機溶剤添加による結晶化は困難のようで，ほかの金属塩もしくは誘導体として本品を単離することを今後の研究課題とした。

2) 数種塩基，アデニン，ヒポキサンチン，キサンチン，チミン，チアミン，グリコールベタイン，コリン，クレアチニンおよびセロトニンなどの標品についてポーラログラフ法，紫外部吸収スペクトル法により検討を行つたが，イカ塩基に近似する半波還元電位および紫外部吸収極大を有する塩基はセロトニン以外のものについて見出すことはできなかつた。しかしこのセロトニンについてもその後ペーパークロマトグラフィーにより本品の R_f 値とイカ塩基の R_f 値がまつたく異るものであることを確認した。

実験に供せる塩基標品の種類も非常に少いので問題はあるが，ポーラログラフ的に活性な塩基類としては

自ら制約されるので，なお他種塩基標品についても検討を重ねる予定である。

終りに臨み，本研究を行うに当り，御懇篤なる御指導を賜つた京都大学教授舘勇博士に深甚の謝意を表する。

文　献

1) 福島・菊池・小坂部・岡田： 本誌，**23**，231～334 (1957).
2) ——： 本誌，**24**，144～147 (1958).
3) 福島・菊池・岡田： 本誌，**26**，1222～1226 (1960).
4) 例えば大谷武夫・富士川濠： "軟体動物の化学"，厚生閣，pp. 31～60 (1934).
5) 杉野喜一郎・大戸敬二郎・関根太郎・市川英一・渡辺健一： 日化，**72**，252～255 (1951).
6) 大谷武夫・荻野珍吉： 本誌，**15**，134～136 (1949).
7) 元広輝重・谷川英一： 北大水産研彙，**3**，142～153，154～174 (1952).
8) 鈴木友二： 薬誌，**71**，195～201，201～203 (1951).
9) 吉村克二・久保周一郎： 北大水産研彙，**3**，205～210，211～215 (1953).
10a) GILLAN, A.E. and STERN, E.S.: "*Electron Absorption Spectroscopy*", pp. 136～143, Edward Arnold (publishers) LTD. London (1955).
10b) 同上，p. 191.
10c) 同上，p. 250.
11) CHARGAFF, E. and DAVIDSON, J. N.: "*The Nucleic Acids. Chemistry and Biology*" **I.** pp. 498～503, Academic press Inc., New York (1950).
12) HEATH, J. C.: *Nature*, **158**, 23 (1946).
13) KOLTHOFF, J.M. and LINGANE, J.J.: "*Polarography*" **II.** pp. 842～843, Interscience publishers, New York, London (1952).
14) ERSPAMER, V.: "*Pharmacol review*", **Vol. 6,** pp. 425～426 (1954).

軟体動物成分に関するポーラログラフ的研究—V.

福島 清・岡田郁之助

(1960 年 10 月 6 日受理)

POLAROGRAPHIC STUDIES ON THE MOLLUSCAN MEAT—V.

Kiyoshi FUKUSHIMA* and Ikunosuke OKADA**

In the previous report[1], the authors have studied on the crystallization of a certain organic base from dried cuttle fish meat ("Surume") extractives and compared it with some authentic organic bases, but we have fallen into difficulties of its crystallization, and found no coincidence of it with those authentic samples.

For the purpose of further purification of an organic base found in the meat extractives, the organic base fraction obtained by treating with IR-120 and IRA-400[2] was rechromatographed on Dowex-50 according to the method described by WALL[3] (Figs. 1 and 2). The position of peak of the base was located at the position of cytosine, nicotinic acid, pyridoxine or *p*-amino-benzoic acid. The base was found to be precipitable with phosphotungstic acid (Figs. 3 and 4).

緒　　言

著者は前報[1]において，既往の文献に記載された軟体甲殻類エキス成分中の数種塩基について検討を行つたが，われわれの目的とするポーラログラフ還元波成分に符合するような塩基標品を見出すことが出来なかつた。また，イオン交換樹脂処理によりえられた目的塩基区分液より本品の単離結晶化に困難を極めたので，さらにその精製法および諸性質を明らかにするため，今回の実験では，WALL の *chromatium cell* および *chlorobacterium* 加水分解物中のプリン，ピリミヂンならびに他の含窒素化合物の Dowex-50 イオン交換樹脂カラム分析法[3]に準拠して単離を試み，さらにカラム溶出曲線ならびに溶出位置などから目的成分の推定を行つた。また，本成分が燐タングステン酸沈殿区分に該当する物質であることを確認したので報告する。

実験結果および考察

実験 I. Dowex-50 によるポーラログラフ還元波成分の分離

Dowex-50 カラムの調製： Dowex-50 X 12. 200～400 メッシユの樹脂約 100 m*l* をバッチ法により 8N-HCl，水，2N-NaOH の順序でよく洗滌し，この樹脂を内径 0.9 cm，高さ 55.0 cm になるようにカラムを形成し 1.5N-HCl を用いて流速 4 m*l*/min. で 48 時間流下せしめ洗滌する。

吸着試料液： 前報記載の方法[2]により，スルメ水浸出液を IR-120 および IRA-400 樹脂により処理して得た塩基区分稀釈液 45 m*l*（スルメ約 0.3g に相当）をカラムに吸着せしめた。

脱着液： 1.5N-HCl, 100 m*l*； 2.5N-HCl, 220 m*l*； 4.0N-HCl, 80 m*l*； 6.0N-HCl, 70 m*l* の計 4 種濃度の塩酸を用い順次溶出を行つた。

分割捕集液量： フラクションコレクターにて 10 m*l* 宛 4 m*l*/h. の流速で捕集した。

---

* 現在，味の素 K.K. 食品研究室
** 東京水産大学化学教室 (Tokyo Univ. Fish., Minato-ku, Tokyo, Japan).

溶出液は紫外部波長 260, 270, 272, 274 および 280$m\mu$ における吸光度をベックマン分光光度計を使用して測定し，目的成分溶出区分においては 270$m\mu$ において吸収極大値を示した。またその吸光比は 260/270 = 0.752, 280/270 = 0.682（平均値）であつた。270$m\mu$ の波長における吸光度をもつて表した溶出曲線は Fig. 1 に示す通りである。

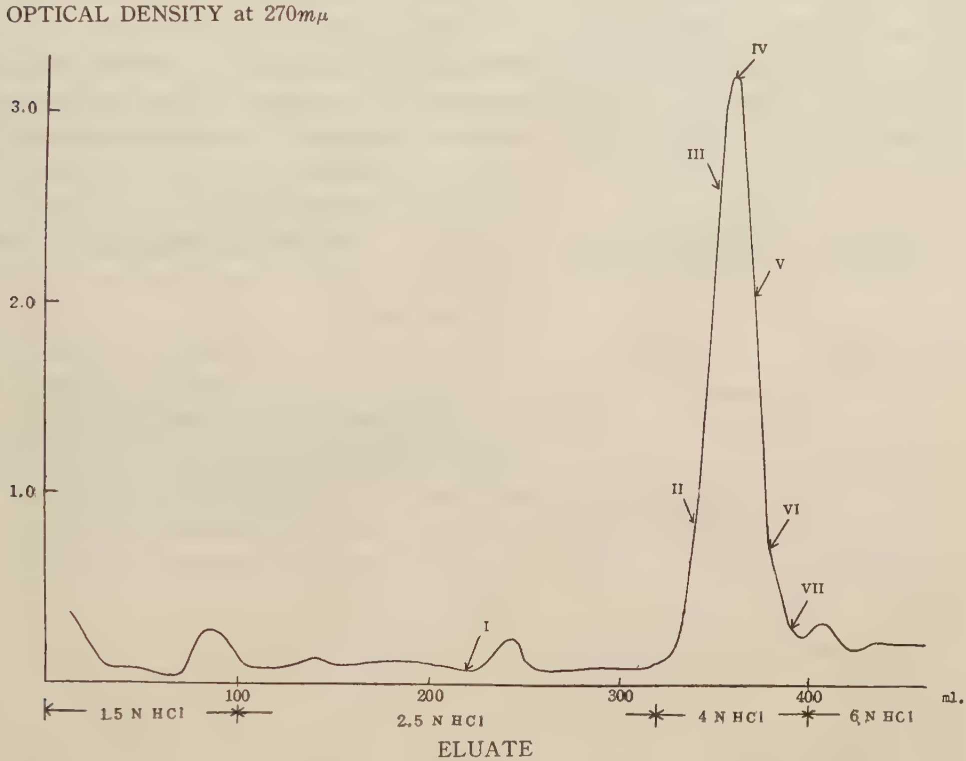


Fig. 1. Chromatographic separation of an organic base on Dowex-50.
"Organic base fraction", obtained by treating the water extractives of dried cuttle fish meat ("Surume") with Amberlite IR-120 and IRA-400 resin column as described in the previous paper[2], was rechromatographed according to the WALL's method[3]. The sample used corresponded to 0.3 g of the meat.

目的塩基成分は 4.0 N-HCl 脱着剤の使用により始めて出現し，Fig. 1 中 I～VII の各溶出位置におけるポーラログラム記録の結果を Fig. 2 に示す。

図示の通り目的成分は II～VI の位置に捕集され，4.0N-HCl 溶液中におけるポーラログラム半波還元電位は $E_{1/2} = -0.70$v *v.s.* S.C.E. 近辺でかなり陽電位に移行した。なお，1.5 N-HCl 溶出区分，2.5 N-HCl 溶出区分および 6.0 N-HCl 溶出区分に未知のほかの紫外部吸収性物質の存在を認めた。

WALL 報告[3] の記載によると，この 4.0 N-HCl 溶出区分に該当する成分としては，シトシン，ニコチン酸，ピリドキシンおよび *p*-アミノ安息香酸の計4種である。また波長は，シトシンおよびニコチン酸については 260$m\mu$; ピリドキシン 290$m\mu$; *p*-アミノ安息香酸 230$m\mu$ においてそれぞれ測定している。

以上の事実から，著者などの目的とするポーラログラフ還元波成分に該当するような物質は，紫外部吸収極大波長から推論しても見当らない。ただ，これらのうちポーラログラフ的に活性と考えられる成分はニコチン酸およびピリドキシンであつて，ニコチン酸については SORM[4] が 0.1 N-HCl 溶液中において −1.12v の半波還元電位を，ピリドキシンについてはテトラメチール・アンモニウムブロマイドを支持電解質として

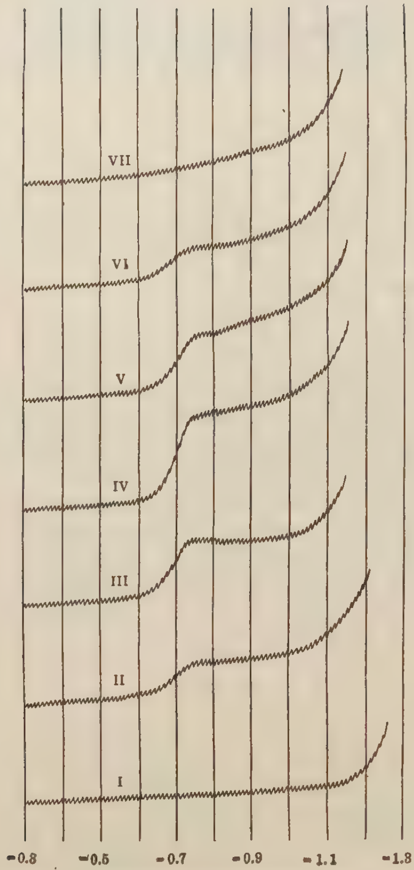


Fig. 2. Polarograms of each fraction indicated in Fig. 1.

Lingane など[5] が −2.0v の半波還元電位をえている。

実験 II. Dowex-50 カラムより分別溶出せる塩基区分の燐タングステン酸塩

塩基性アミノ酸のリンタングステン酸による分別法[6] に準じ，Fig. 3 に示す通り，Dowex-50 分別溶出塩基区分塩酸溶液について試験したところ，白色の燐タングステン酸塩をただちに生じた。Fig. 1 中，IV の還元波成分の区分液 10 m*l* に 25% 燐タングステン酸溶液を沈殿が生じなくなるまで徐々に滴加し，さらにこの沈殿を Büchner を用いて沪別し，沈殿を水洗後，エーテル・アミールアルコール・エタノール混合溶液および濃塩酸とともに分液沪斗内で振盪し，燐タングステン酸を溶媒中に移行せしめ，目的成分塩酸塩溶液となした。Fig. 4 中ポーラログラム A および B に示されるごとく，燐タングステン酸沈殿剤による上澄液区分（A）には還元波を認めず，沈殿区分（B）に明瞭な還元波が示された。したがつてこのポーラログラフ還元波成分は明らかにイカエキス中燐タングステン酸沈殿区分に該当する物質であることが判明した。

以上のごとく燐タングステン酸塩として沈殿をえ，さらに目的成分を塩酸塩ととして結晶を取り出すことを試みたが供試料少量のため成功しなかつた。

Fraction IV (in Fig. 1)
10 m*l*.
add 25% phosphotungstic acid until no further precipitates appear,
filtrate (A) | ppt.
ppt.: washed with distilled water, shaked with a mixture of ether-amylalcohol-ethylalcohol (40 : 50 : 2), containing one twentieth volume of conc. HCl,
organic solvent layer (phospho-tungstic acid) | *aq*. layer (B) (free base-HCl)

Fig. 3.

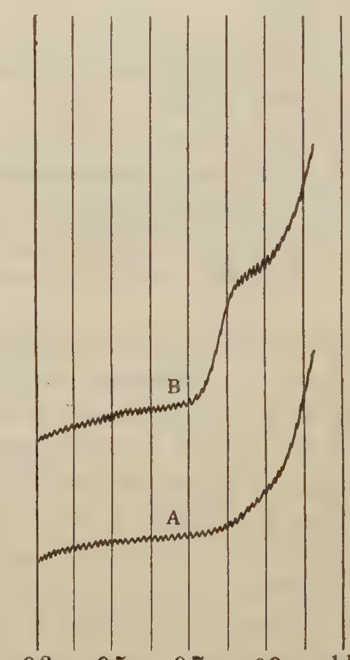


Fig. 4. Polarograms of each fraction in Fig. 3.

摘　　　　要

1)　イカ肉エキス中のポーラログラフ還元波を示す成分が Dowex-50 酸性イオン交換樹脂カラムに強い吸着性を示し，WALL の方法[3] により 4.0N-HCl 脱着剤区分に溶出された。

2)　この溶出区分には，WALL の報告[3] によれば，シトシン，ニコチン酸，ピリドキシンおよび *p*-アミノ安息香酸の 4 成分であり，これらのうち，ポーラログラフ的に活性な物質はニコチン酸であり，われわれの目的とする成分がその類縁化合物かとも考えられるが現在の研究段階では断定を下すことはできない。

3)　Dowex-50 酸性イオン交換樹脂により分別溶出された還元波を示す区分に燐タングステン酸溶液を加えると直ちに白色の沈殿を生ずる。ポーラログラフ法により目的成分はイカ肉エキス中燐タングステン酸沈殿区分に該当する物質であることを確認した。

終りに臨み，本研究を行うに当り，御懇篤なる御指導を賜つた京都大学教授舘勇博士に深甚の謝意を表する。

文　　　　献

1)　福島・岡田：　本誌，**27**，171–177 (1961).
2)　福島・菊池・小坂部・岡田：　本誌，**24**，144～147 (1958).
3)　WALL, J. S.:　*Anal. Chem.*, **25**, 950～953 (1953).
4)　SORM, F.:　*Chem. obzor.*, **18**, 213 (1943).
5)　LINGANE, J. J. and DAVIS, O. L.:　*J. Biol. Chem.*, **137**, 567 (1941).
6)　赤堀・水島：“蛋白質化学” **Vol. I,** p. 35 (1954)，共立，東京.

酸化魚油の抗菌作用に関する研究—IV.

酸化魚油の抗菌作用型式と阻害物質とについて

豊 水 正 道

(1960 年 10 月 17 日受理)

STUDIES ON ANTIMICROBIAL ACTION OF OXIDIZED FISH OIL—IV. ON THE MODE OF ANTIMICROBIAL ACTION OF OXIDIZED FISH OIL AND THE REVERSAL SUBSTANCES.

Masamichi Toyomizu*

In order to demonstrate the mechanism of antimicrobial action of oxidized fish oils, the mode of the action and the reversal action were investigated by using *Debaryomyces membranaefaciens*.

For these purposes, first of all, the nitrogen demands of the organism were tested and the synthetic medium was prepared (Table 2). The antimicrobial action of oxidized calamary oil methyl ester chiefly caused the prolongation of the lag period as in the case of an antibacterial agent, which reacts with protein, and was effective when added at the beginning of culture (Fig. 2). Moreover it was reversed with protein, peptone, medical yeast, phospholipid, and activated charcoal but not by sulfhydryl compound, vitamin, and amino acid (Table 4).

These findings show that the antimicrobial actions of oxidized fish oils and of unsaturated fatty acids have somewhat similar patterns, so it may be assumed that the antimicrobial action of oxidized fish oils are probably due to their reaction with protein as in the case of unsaturated fatty acids. On the other hand, some different behaviors in the antimicrobial spectrum and the ionization were found between them, so the mechanism of chemical association of oxidized fish oils with protein seems to be different from that of unsaturated fatty acids.

酸化魚油の抗菌作用の本体であるカルボニルの種類を明らかにしたので，本研究ではその作用機構を究明する目的で酸化魚油の抗菌作用に対する阻害剤と抗菌作用型式とを追求した。

抗菌作用が培地組成により影響されることは数多くの例で知られている。特に窒素化合物，ビタミンによる影響は大であることが多い。このために真の抗菌作用を研究するには供試菌の増殖は正常であり，かつ抗菌作用を阻害，あるいは促進するような物質を全く含まない，組成の明らかな合成培地で検討することが望ましい。このような見地のもとで酸化魚油の抗菌作用の研究に用いた *Debaryomyces membranaefaciens* (*D.m.*) の培地として著者が用いた **peptone-Hayduck** 培地にかわる合成培地の選定を試みた。

一般に抗菌性物質の作用は非常に複雑な機構のもとで起るものであるから，作用機構の研究は極めて難しく，また得られた結果についてもあながち同意し得ない場合も多々あり，研究者の主観的な判断による場合もしばしばある。ところがこのような複雑な問題を処理するために抗菌性物質の微生物増殖抑制経過を増殖曲線の変化を追跡することによつて追求する方が Poole 等[1] によつて提唱され，その後柳田[2] によつて系統的に研究された。著者はこの方法によつて酸化魚油の抗菌作用を単なる一つの現象として観察追求するとともに，抗菌作用に影響を与える因子を検討することにより，酸化魚油の抗菌作用機構を解明しようと試みた。

* 九州大学農学部水産化学教室 (Fish. Chem. Lab., Kyushu Univ., Fukuoka, Japan).

実験および結果

I. 合成培地の選定

供試菌および接種: peptone-Hayduck 培地で 72 時間, 30°C で前培養した *D.m.* を遠心分離し上澄液を傾斜除去後, 生理食塩水で洗滌更に遠心分離し上澄液を除去する。この方法で更に 2 回洗滌した酵母菌体を次に示す方法によつて濁度を測定し, 濁度 60 になるように生理食塩水で稀釈した菌の懸濁液を 0.2cc 宛 10cc の合成培地に接種し 30°C で培養した。

菌数の測定: 日立 PO-B 型比濁計で濁度を測定する方法を用いた。すなわち封管したガラスチューブにつめた 5cc の 0.1% 塩化バリュウ水溶液と 5cc の 5% 硫酸水溶液との混合溶をよく振盪してこれを菌数測定の標準懸濁液とし, この濁度が 100 になるように比濁計の絞により光量を調節して測定した。光源としてはタングステンランプを使用しフィルターは用いず, タングステンランプの全光線を用いた。

Table 1. Composition of the culture medium.

1. Peptone-Hayduck medium
2. Basal medium + yeast extract + casein hydrolyzate
3. Basal medium + yeast extract + NH_4NO_3
4. Basal medium + vitamins + amino acids
5. Basal medium + amino acids
6. Basal medium + vitamins + L-glutamic acid
7. Basal medium + vitamins + L-arginine
8. Basal medium + vitamins + L-glutamic acid + L-arginine

Peptone-Hayduck medium: peptone 1g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.3g, KH_2PO_4 0.1g, glucose 5g, dist. water 100cc

Basal medium: $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.3g, KH_2PO_4 0.1g, glucose 5g, dist. water 100cc, pH 5.8

Vitamins: biotin 1μg, thiamine 0.1mg, inositol 0.1mg/100cc

Amino acids: L-arginine, L-cystine, L-glutamic acid, L-histidine, L-leucine, DL-isoleucine, L-tryptophan, L-tyrosine, DL-valine, DL-aspartic acid, each 50mg/100cc

Hayduck 培地からアスパラギンを除去したものを基礎培地とし, *D.m.* の正常増殖のために必要とするビタミン, 窒素源について検討した。その結果は Table 1, Fig. 1 に示した。すなわち *D.m.* が正常増殖を示す peptone-Hayduck 培地のペプトンは酵母エキスを加えればカゼイン加水分解アミノ酸で置換されるが, 無機窒素では置換されない。アミノ酸代謝で必要とするビタミンについては B_1, B_2, B_6, ビオチン, 葉酸, ニコチン酸, イノシトール, *p*-アミノ安息香酸, パントテン酸の 9 種のビタミンについて検討した

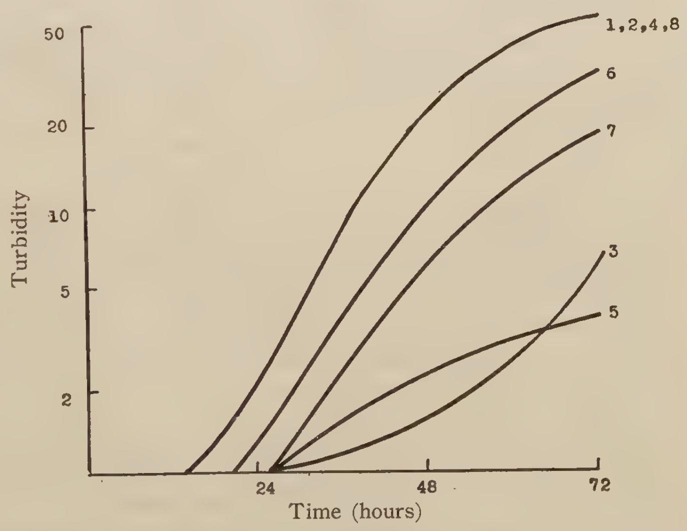


Fig. 1. Growth of *Debaryomyces membranaefaciens* in several kinds of culture media (pH 5.8).

ところビオチン，B_1，イノシトールのみを必要とすることを知つた。次にこれら3種のビタミンの存在の下で必須アミノ酸を Table 1 で示した 10 種のアミノ酸について試験したところ，グルタミン酸，アルギニンを特に要求し，この両者を含んだ培地では *D.m.* は正常の増殖をなすので Table 2 の組成をもつた合成培地を用いて増殖抑制型式，阻害物質の実験を行なつた。

Table 2. Composition of the synthetic medium for *Debaryomyces membranaefaciens.*

glutamic acid	75 mg	arginine	75 mg	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0.3 g
KH_2PO_4	0.1 g	glusose	5 g	biotin	1 μg
thiamine	0.1 mg	inositol	0.1 mg	dist. water	100 cc
pH	5.8				

II. 酸化魚油の *Debaryomyces membranaefaciens* に対する抗菌作用型式

供試酸化魚油は常法で酸化した酸化イカ肝油メチルエステルで，その化学性質は Table 3 に示した。この酸化魚油を *D.m.* の接種時，対数期及び定常期に添加した場合の増殖抑制現象を 30°C で観察した。供試菌，接種法および菌数測定法はすべて前述の方法によつて行ない，その結果は Fig. 2 に示した。増殖初期では誘導期抑制の結果，誘導期の延長が明らかに認められ，酸化魚油の添加量によつては対数期，定常期の増殖に影響することもあつた。対数期に添加した場合の増殖抑制作用は接種時に添加した時よりも弱いが，一時増殖を中止した後再び増殖を始めた。その後は対数期，定常期の増殖には殆んど影響を与えなかつた。ところが定常期に添加した場合は増殖促進効果が現われ，いわゆる "Double action" が認められた。すなわち酸化イカ肝油メチルエステルの *D.m.* 増殖抑制作用は主として誘導期の延長によるものであり，菌の増殖初期に添加した場合に有効であることを明らかにした。

Table 3. Characteristics of calamary oil methyl ester.

		Calamary oil methyl ester	
		Fresh	Oxidized
Hexane soluble carbonyl (mm/kg)	unsaturated	3.4	93.5
	saturated	1.6	57.3
Iodine value		188.0	184.3
Peroxide value		0.58	10.4
Acid value		0.83	3.9

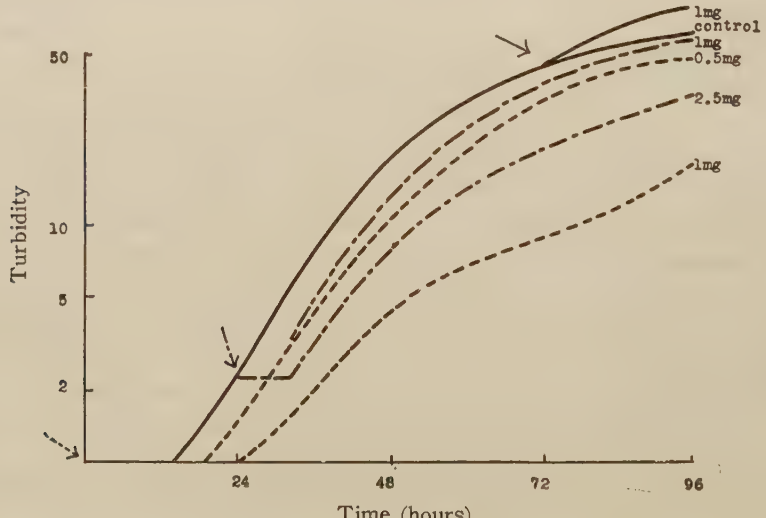


Fig. 2. Antimicrobial effect of oxidized calamary oil methyl ester on *Debaryomyces membranaefaciens.*

III. 酸化魚油の抗菌作用に対する阻害物質

Table 3 に化学性質を示した供試酸化イカ肝油メチルエステルは Agar streak 法によると 10cc の合成寒天培地に 5mg 添加すると *D.m.* の増殖を全く抑制するから，7.5mg の酸化イカ肝油メチルエステルを添加した 10cc の合成寒天培地に蛋白質，アミノ酸，ビタミン，SH 剤，界面活性剤，燐脂質，吸着剤などを加えて抗菌作用に対する阻害作用の有無を調べた。その結果は Table 4 に示したように，蛋白質，ペプトンのような高分子の窒素化合物，薬用酵母，燐脂質，吸着剤では活性炭によつて阻害された。しかし合成培地の選定実験で用いた9種のビタミン，10種のアミノ酸は勿論酵母エキス，カゼイン水解物，SH 剤などは全く阻害作用を示さなかつた。

Table 4. Reversal of antimicrobial action of oxidized calamary oil methyl ester on *Debaryomyces membranaefaciens* by various substances.

	Amount added (mg/10cc)	Reversal action
Albumin	5～10	+
Peptone	10～50	+
Casein hydrolyzate	5～50	−
Medical yeast	5～50	+
Yeast extract	1～ 5	−
Cysteine	1～ 5	−
Glutathion	1～ 5	−
Sodium-thioglycolate	1～ 5	−
Tween-20	2～10	±
α-Tocopherol	2～ 4	±
Cholesterol	0.2～ 2	±
lecithin	2～ 8	±
Kephalin	2～ 8	+
Activated charcoal	5～10	+
Starch	5～50	−

考　　察

Debaryomyces 属の酵母は栄養的に「厳しい」性質を持つていないことは知られており，長西[4] は Hayduck 培地に卵白と亜鉛塩を加えた改良 Hayduck 培地で増殖すると述べている。著者は Hayduck 培地のアスパラギンをペプトンで置換した peptone-Hayduck 培地で正常の増殖を示すことを知つた。しかしペプトンは酸化油の抗菌作用に影響を与えるので，ペプトンを抗菌作用に影響を与えない既知窒素源と置換えるために窒素源についてビタミン要求と関連して研究した。その結果 Fig. 2 で示したような正常増殖を示す合成培地（Table 3）が決定されたので，この培地を用いて酸化油の抗菌作用に対する阻害作用および抗菌作用型式について検討した。

酸化魚油の抗菌作用と類似したものと考えられる不飽和脂肪酸の抗菌作用に対する阻害物質について KODICEK[5] が詳細に研究し，NIEMAN[6] はこれに関する綜説を発表し，血清特に血清中のアルブミン，澱粉，bile salt, cholesterol, lecithin, calciferol, lumisterol, α-tocopherol, saponin により阻害されると述べ，KODICEK はこの外にビタミン D，塩化カルシウム，澱粉，活性炭，さらに oxaloacetic acid が僅かに阻害作用を示すが，グルタチオン，メチオニンのごとき SH 剤および B 群ビタミンは阻害作用を示さないと述べている。

他方，酸化油はネズミ，ヒヨコに毒性を示すが，この毒性を除去する作用をもつ物質の研究は古くから行なわれ，薬用酵母がその作用を示すことは知られている。小柳ら[7] は酸化大豆油によるネズミの皮脂漏症はフラビンあるいはフラビン，コリンの両者により治癒されるが，これにカゼインも同時にあたえると良好な発育をなすと述べている。KUMMEROW 等[8] はネズミについてピリドキシンとパントテン酸が酸敗油の毒性を除去すると述べ，また亜麻仁油粕のヒヨコに対する生長抑制作用は KRATZER 等[9] によると，ピリドキシン，ピリドキサミンによつて阻害されるとのことである。また不飽和脂肪酸投与による家兎血液中の cholesterol 含量低下はピリドキシンとの併用により著しく促進するといわれているから[10]，ピリドキシン，パントテン酸などは脂質の代謝に関係していると思われる。またフラビンが脂質の脱水素作用に[11]，コリンが脂質の燃焼に[12]関与するといわれている。他方，ビオチンは酸敗脂肪によつて酸化分解されてその作用を失なうと報告されている[13]。このような理由で酸化魚油の抗菌作用に対する阻害剤としてビタミン類の作用が期待されたが，全くその作用は認められなかつた。このことは酸化魚油の抗菌作用が酸化油の動物に対する

毒性とは全く異なつた機構によつていることを暗示している。酸化油の毒性の予防に有効なものとして唯一つ薬用酵母のみが酸化魚油の作用をも阻害したが，酸化魚油の抗菌作用に対する阻害剤としてビタミン類および酵母エキスが無効であり，蛋白質が有効であつた点から薬用酵母の効果はビタミンの作用によるものではなく，蛋白質の作用によると考えるのが妥当であろう。抗菌性物質の作用機構として考えられるものには必須代謝物質との結合，細菌細胞の酸化還元電位の攪乱，細胞酵素系に対する抑制作用などがある。酸化魚油の抗菌作用はビタミン類，アミノ酸によつては全く阻害されないこと，および増殖抑制が誘導期の延長であることから，パラアミノ安息香酸に対するスルホン剤のような特定の必須栄養物との競合いによる可能性はなく，また SH 剤添加による影響が全く認められなかつたことから SH 基阻害および酸化還元電位の攪乱の可能性も考えられない。Table 4 に示した阻害作用全般から検討すると不飽和脂肪酸の抗菌作用に対する阻害作用と多くの点で類似している。GEIGER 等[14]，CAVALLITO 等[15] はカルボニルの抗菌作用は細菌の増殖に必須な SH と補捉的に反応することによるから SH 剤により阻害されると述べ，山田[16] はフォルムアルデハイドの防腐作用はシステインとの反応によると述べている。これに対して鴨田ら[17] は芳香族カルボニルの *Escherichia coli* に対する抗菌作用はシステインによつては阻害されと述べている。酸化魚油中の主要カルボニルはフォルムアルデハイドのような低分子のものではなく，炭素数が 10 位であるから，これらは低分子のカルボニルとは抗菌作用機構が異なるために SH 剤によつては阻害されないのであろう。

柳田[2] は抗菌性物質を微生物増殖抑制作用型式により誘導期抑制型，対数期抑制型，複合型，溶菌型の 4 型に分類しているが，酸化魚油の抑制作用型式は第 1 型，すなわち誘導期抑制型である。この型に属する代表的なものは昇汞であり，蛋白質と結合する物質の抗菌作用型式はこの型に属する。不飽和脂肪酸であるリノール酸，リノレン酸の微生物増殖抑制作用について BAUERNFEIND 等[18]，STRONG 等[19]，KODICEK[5] および THOMA 等[20] は静菌的に作用し，その作用は誘導期の延長によるものであると述べている。KODICEK[5] は抗菌作用機構は不飽和酸と菌体との結合に基くと結論している。

酸化魚油の抗菌作用を作用型式および阻害剤から検討すると不飽和酸の作用とよく類似している。酸化魚油の抗菌作用が蛋白質，ペプトンおよび薬用酵母によつて阻害されること，並びに不飽和酸の抗菌作用が菌体との結合によると考えられていることから考察すると，酸化魚油の抗菌作用は蛋白質との結合によるものと推察される。ところが，不飽和脂肪酸の抗菌作用は Gram 陽性菌中の特定菌にのみ作用し，脂肪酸をエステル化すると抗菌作用を全く示さなくなる。これに反し，酸化魚油の抗菌作用は著者ら[21] が報告したように Gram 染色性とは関係なく広範囲の菌に作用する。また酸化魚油の抗菌作用に及ぼす培地 pH の影響を検討した結果 pH 5.5～8.0 の範囲では抗菌作用と pH との間には何ら関係が認められないので酸化魚油は非イオン物質として作用していると考えられる。これらのことから酸化魚油の菌体蛋白質との結合は不飽和脂肪酸による結合とは異なつた機構によると考えられる。

要　　約

1. 酸化魚油の抗菌作用機構を明らかにする目的で *Debaryomyces membranaefaciens* を供試菌として抗菌作用型式と阻害剤とについて研究した。

2. *Debaryomyces membranaefaciens* の合成培地を選定するためにビタミン，アミノ酸要求を調べたところ，ビタミン類と無機塩とが存在しても無機窒素源のみでは増殖せず，アミノ酸としてグルタミン酸とアルギニンとを必要とした。

3. 酸化魚油の抗菌作用は蛋白質，ペプトン，薬用酵母，燐脂質，活性炭によつて阻害されたが，ビタミン，アミノ酸，SH 剤によつては阻害されなかつた。

4. 酸化魚油の抗菌作用は誘導期抑制によるものであり，菌の増殖初期に添加した場合に有効である。蛋白質と結合する物質はこの型式に属する。

5. 酸化魚油の抗菌作用機構は作用型式および阻害剤から考察すると，酸化魚油と蛋白質との結合に基くものと推察される。

終稿に当り終始御懇篤な御指導を賜わつた富安教授に深謝の意を表する。

文　　献

1) Poole, E. A. and Hinshelwood, C. N.: J. Chem. Soc., **II**, 1565 (1940).
2) 柳田友道: 酵素化学の進歩, **I**, 285 (1949).
3) 甲野礼作: 基礎細菌学, 上巻, p. 222 (1956).
4) 長西広輔: 醱酵工, **26**, 345 (1948).
5) Kodicek, E.: Sym. Soc. Exptl. Biol., **III**, 217 (1949).
6) Nieman, C.: Bact. Revs., **18**, 147 (1954).
7) 小柳達男・勝又悌三: 農化, **30**, 683 (1956).
8) Kummerow, F. A., Chu, T. K. and Randolph, P.: J. Nutr., **36**, 525 (1948).
9) Kratzer, F.H., Williams, D.E., Marshall, B. and Davis, P.N.: J. Nutr., **53**, 555 (1954).
10) Van Itallie, T. B.: Nutr. Revs., **15**, 1 (1957).
11) Beinert, H., Bock, R. M., Goldman, D. S., Green, D. E., Mahler. H. R., Mil, S., Stansly, P. G. and Wakil, S. J.: J. Am. Chem. Soc., **75**, 4111 (1953).
12) Artom, C. J.: J. Biol. Chem., **213**, 681 (1955).
13) Pavcek. P. L. and Shuil, G. M.: J. Biol. Chem., **146**, 351 (1942).
14) Geiger, W. D. and Conn, J. E.: J. Am. Chem. Soc., **67**, 112 (1945).
15) Cavallito, C. J., Bailey, J. H., Haskell, T. H., Mc Cormick, J. R. and Warner, W. F.: J. Bact., **50**, 61 (1945).
16) 山田金次郎: 日水誌, **18**, 220 (1952).
17) 鴨田　稔・伊藤信夫: 農化, **28**, 799 (1954).
18) Bauernfeind, J.C., Sotier, A.L. and Boruff, C.S.: Ind. Eng. Chem., Anal. Ed., **14**, 666 (1942).
19) Strong, F. M. and Carpenter, L. E.: *ibid.*, **14**, 909 (1942).
20) Thoma, R. W. and Peterson, W. H.: J. Bact., **60**, 39 (1950).
21) 富安行雄・豊水正道: 本誌, **21**, 253 (1955).

クロルテトラサイクリン処理した鮮魚の腐敗細菌について

堀江　進・佐伯和昭・関根　隆

(1960年10月24日受理)

STUDIES ON THE PUTREFACTIVE BACTERIA GROWN IN THE CHLORTETRACYCLINE (CTC)-TREATED FISH

Susumu HORIE, Kazuaki SAHEKI and Yutaka SEKINE*

Round samples of sea bass and yellowtail, either treated or not treated for 10 minutes in a 30 ppm CTC-sea water, were stored at 2～6°C. or 0～5°C. When these samples entered into spoilage, some bacteriological observations were carried out. In the stage of incipient spoilage a substantial growth of bacteria was observed only on the skin, but not in the muscle. The majority of the bacteria multiplying on the treated fish were the strains resistant to 10 ppm CTC, while more than 99% of the organisms growing on the untreated fish were sensitive to 10 ppm of CTC. From the results of the investigation on various physiological characters of the CTC-resistant and -sensitive strains isolated from these spoiled fish it was revealed that most of these strains belonged to the genus *Pseudomonas*, the rest comprising *Micrococcus* and others. According to some results of the investigation, it seems to be improbable that a CTC-sensitive strain can easily aquire resistance to CTC through repeated subcultures on agar in the presence of CTC, and a CTC-resistant strain readily loses its resistance through some repeated subcultures in a medium which is not added with CTC.

The viable bacteria suspended in a broth containing 30 ppm CTC decreased in number markedly during incubation. Particularly, sensitive organisms were rapidly perished. Survival of inoculated cells were less than 1% after 24 hours.

These experimental results indicate that in the bacterial spoilage of CTC-treated fish the organisms which are able to selectively become predominant are CTC-resistant ones among the original flora on fresh fish.

鮮魚をクロルテトラサイクリン (CTC) 処理して貯蔵した場合には，腐敗の過程における細菌叢が一般の場合と異なるであろうことは考えられるが，この点について河端等[1]はすでに実験を行ない，CTC 処理した鮮魚の貯蔵中に増殖してくる細菌の大部分が CTC 耐性株であるのに対し，CTC 無処理の対照魚の場合には，ほとんどすべてが感性株であることを観察している。

著者等は生きたスズキおよびブリを用い CTC 処理して低温に貯蔵し，その腐敗過程における耐性株の増殖の状態を対照魚の場合と比較し，さらに菌株を分離し，耐性株と感性株との性状，種類を比較した。また感性株が CTC の存在下において容易に耐性を獲得し得るものなりや，反対に耐性株は容易にその耐性を失うものなりや等の点，さらに CTC の殺菌作用等についても検討した。

実験および結果

1. CTC 処理した鮮魚の腐敗時における CTC 耐性株および感性株の増殖

CTC 処理した鮮魚の腐敗時における細菌学的観察実験を2回行なつた。

* 東京水産大学 (Tokyo Univ. Fish., Minato-ku, Tokyo, Japan).

1)　スズキを用いた実験

東京湾品川沖で漁獲された体長約 30cm のスズキを生きた状態で研究室に持参し，その8尾を供試した。その中の4尾を 30ppm の CTC 海水溶液中に 10 分間泳がした後，バットに入れ，一方対照魚として無処理の2尾を別のバットに入れ，いずれも 2～6°C の冷蔵庫に貯蔵した。残りの2尾を用い死直後における表皮の生菌数および耐性菌々数を測定した。その後毎日官能的に鮮度を観察したところ，6日経過後に対照魚は初期腐敗に達したが，CTC 処理魚はかなり遅れ，10 日後にようやく初期腐敗に達した。6日経過後に対照魚および処理魚各2尾をとり出し，表皮および筋肉の生菌数，耐性菌々数を測定し，またその際菌株を分離した。さらに 10 日経過後に CTC 処理魚のみについて同様観察を行なつた。

使用した CTC は日本レダリーの結晶塩酸オーレオマイシン（医薬用）である。生菌数および CTC 耐性菌数の測定には，2尾の中1尾を用い，無菌的操作で表皮を切りとり，その面積を測定し，これを生理食塩水 30ml に投じ 20 分間振出したものを原液とし，その 10 倍宛の段階稀釈液を日本栄養化学の標準寒天培地の表面に塗抹し，20°C に3日間培養後の集落数により生菌数を測定し，また上記培地に 10ppm あるいは 100ppm の CTC を添加した培地に生成した集落数をもつて耐性菌々数を算出した。筋肉の菌数測定にあたつては他の1尾を使用し，魚体表面を水で洗滌し，さらに 70% アルコールで十分ぬぐつた後，無菌的操作で広範囲に亘り表皮をはがしとり，その内部の筋肉 10g を滅菌したホモジナイザーのカップに採取し，滅菌生理食塩水 190ml を加えて，1分間ホモジナイザーにかけたものを原液とし，以下表皮の場合に準じて行なつた。pH の測定はガラス電極メーターによつた。

実験の結果を Table 1 に示した。6日経過後に対照魚は初期腐敗の段階に達し，この時期において CTC 10ppm 耐性菌々数は全生菌数の 1% 以下であつた。この時期には CTC 処理魚は未だ腐敗段階に達しておらず，生菌数も対照魚に比べ 1/10 以下であるが，対照魚の場合と異なりその中の約 50% は 10ppm 耐性菌であつた。さらに初期腐敗に達した 10 日経過後においても全生菌数の半数以上は 10ppm 耐性菌であつた。一方筋肉においては趣きが異なり，初期腐敗の段階では全生菌数もかなり少ないが，その中における耐性株は対照魚では検出されず，CTC 処理魚の初期腐敗時でも全生菌数の 1/1000 以下であつた。

Table 1. Total viable and CTC-resistant bacterial population in sea bass stored at 2～6°C. with or without pre-treatment of CTC.

	Days of storage	Organoleptic observation	Bacterial count per 1cm² of skin			Bacterial count per 1g. of muscle			pH of muscle
			Total	10ppm CTC-resistant	100ppm CTC-resistant	Total	10ppm CTC-resistant	100ppm CTC-resistant	
Control fish	0		1.0×10^4	2.1×10	0				6.91
	6	Putrid odor	5.3×10^7	2.8×10^5	0	7.0×10^4	0	0	6.61
CTC-treated fish	0	Slightly stale	3.9×10^6	1.9×10^6	0	4.0×10^3	0	0	6.63
	10	Putrid odor	8.6×10^7	4.6×10^7	6.6×10^3	5.6×10^5	5.0×10^2	0	6.71

2)　ブリを用いた実験

相模湾で漁獲され鎌倉市に水揚げされた体長約 35cm の生きたブリを用い，ほぼ前回同様の実験を行なつたが，CTC 処理は海岸にて行ない，ポリエチレンの袋に入れ氷蔵して研究室に持参した。また冷蔵庫の貯蔵温度を 0～5°C とした。対照魚の腐敗には9日，CTC 処理魚の腐敗には 13 日を要した。今回は死直後における測定を省略した。また耐性菌数測定用培地の CTC 濃度を 10ppm と 30ppm とにした。実験の結果を Table 2 に示した。

スズキの場合とやや類似の傾向がみられた。しかし初期腐敗段階における筋肉の生菌数はスズキの場合よりさらに少ない。筋肉内における 10ppm 耐性株はスズキの場合と同様に，処理魚の初期腐敗時にきわめて少数見出だされたにすぎない。

Table 2. Total viable and CTC-resistant bacterial population in yellowtail stored at 0～5°C. with or without pre-treatment of CTC.

	Days of storage	Organoleptic observation	Bacterial count per 1 cm² of skin			Bacterial count per 1g. of muscle			pH of muscle
			Total	10 ppm CTC-resistant	30 ppm CTC-resistant	Total	10 ppm CTC-resistant	30 ppm CTC-resistant	
Control fish	9	Putrid odor	1.7×10^8	1.2×10^6	6.7×10^3	1.2×10^3	0	0	6.43
CTC-treated fish	9	Slightly stale	3.1×10^6	2.5×10^6	1.8×10^5	0	0	0	6.22
	13	Putrid odor	6.2×10^7	4.1×10^7	2.2×10^6	2.2×10^4	4.0×10^2	0	6.42

2. 分離菌株の分類と CTC 感性

CTC 処理魚ならびに対照魚から耐性株および感性株を分離し，それらの菌株の感性を測定し，さらに生物学的諸性状を検査し，Bergey's manual[2)]によつて分類を試みた。しかし球菌類については species の同定を行なわなかつた。CTC 感性の測定は，各種濃度に CTC を添加した普通寒天平板（日産研究所製）に各菌株のブイヨン 24 時間培養の 1 白金耳を画線し，20°C で 24 時間培養し，その最小発育阻止濃度をもつて感性とした。結果を Table 3 および 4 に示した。

CTC 処理魚ならびに無処理魚を通じて分離菌株の大部分は *Pseudomonas* に属し，一部は *Micrococcus* であり，その他はきわめて少数であつた。

Table 3. Classification of CTC-sensitive and resistant strains isolated from spoiled sea bass pre-treated or untreated with CTC.

		Strains isolated			
		No.	Genus	Species	CTC-sensitivity (ppm)
Control fish	Muscle	2, 36	*Micrococcus*		1.0
		3	*Pseudomonas*	*fluorescens*	1.0
		37	〃	*fairmontensis*	0.3
		43	〃	*geniculata*	10
		44	Unidentified		3.0
	Skin	48, 50, 51	*Micrococcus*		1.0
		49	〃		10
		34, 35	*Pseudomonas*	*fluorescens*	100
CTC-treated fish	Muscle	6, 7, 8	〃	*fairmontensis*	0.3
		52	*Streptococcus*		0.3
	Skin	4	*Pseudomonas*	*fluorescens*	30
		33, 9	〃	〃	100
		45	〃	*convexa*	100
		10	〃	*incognita*	100
		5	〃	Unidentified	100
		11	Unidentified		100

Table 4. Classification of CTC-sensitive and resistant strains isolated from spoiled yellowtail pre-treated or untreated with CTC.

		Strains isolated			
		No.	Genus	Species	CTC-sensitivity (ppm)
Control fish	Muscle	55	*Micrococcus*		1.0
	Skin	12, 28	*Pseudomonas*	*synxantha*	3.0
		14, 15	〃	*fluorescens*	3.0
		30	〃	〃	3.0
		16	〃	*fairmontensis*	10
		32	〃	〃	100
		31	〃	*incognita*	100
		13	*Micrococcus*		1.0
		25, 38, 53, 54	〃		100
CTC-treated fish	Muscle	26, 60	〃		30
		27	*Pseudomonas*	*incognita*	100
		46	*Esherichia*	*coli*	1.0
	Skin	17, 20	*Pseudomonas*	*fairmontensis*	30
		18, 19, 40, 41	〃	〃	100
		21, 22, 24	〃	*incognita*	100
		23	〃	*fluorescens*	100
		39	〃	*synxantha*	100
		29, 56, 57, 58, 59	*Micrococcus*		100

3. 感性株の耐性獲得試験

前記実験において，対照魚の腐敗時に若干の CTC 感性株を分離したが，これらの腐敗細菌が CTC の存在する環境におかれた場合容易に耐性を獲得するものであるか否かは，CTC を鮮魚の防腐剤として応用するにあたり重要な問題である。著者等は分離菌株5株を選び増量的継代法[3]すなわち各種濃度段階の CTC 含有普通寒天平板に画線培養し，発育可能となつた濃度の平板から釣菌し漸次濃度を高める方式により，15代継代した後感性を測定した。この感性測定に際しては，平板培地 24 時間培養より1白金耳を生理食塩水に混じ浮游液とし，これを種々の濃度の CTC の含有平板培地に画線培養した。実験の結果を Table 5 に示したが，このような方法で明瞭な耐性の上昇はみられなかつた。

4. 分離菌株の CTC 耐性の安定性

CTC 耐性菌株を CTC を含有せぬブイヨンに継代した場合，容易に CTC 感性に変化が起るか否かをみるため，9菌株について試験した。実験の結果を Table 6 に示した。

Table 5. Change in CTC-sensitivity of some strains after 15 transfers on agar containing CTC.

Starin		Sensitivity to CTC (ppm)	
No.	Species	Initial	After 15 transfers
3	*Ps. fluorescens*	2.5	5.0
8	*Ps. fairmontensis*	0.63	0.31
12	*Ps. synxantha*	5.0	10
15	*Ps. fluorescens*	2.5	5.0
16	*Ps. fairmontensis*	10	10

Table 6. Change in sensitivity of some CTC-resistant strains after repeated subcultures in the plain broth.

Strain		Sensitivity to CTC (ppm)		
No.	Species	Initial	After 3 transfers	After 7 transfers
9	*Ps. fluorescens*	100	100	50
34	〃	100	100	50
12	*Ps. synxantha*	5.0	2.5	2.5
39	〃	100	100	50
16	*Ps. fairmontensis*	10	10	10
19	〃	50	50	50
32	〃	50	50	50
22	*Ps. incognita*	50	50	50
31	〃	50	50	50

ブイヨン7代までの継代ではほとんど感性に変化はみられなかつた。

5 .CTC の殺菌効果について

鮮魚を CTC 溶液に浸漬処理することにより，附着している細菌が制菌作用を受けることは勿論であるが，殺菌効果もある程度期待される。この辺の事情を伺う目的でつぎの実験を行なつた。

今回の分離菌株の3株について， CTC を 30 ppm に添加したブイヨンに菌を浮游させた場合における時間の経過にともなう菌数の変化を観察した。すなわち各菌株のブイヨン 24 時間培養菌液 10 ml を CTC 含有ブイヨン 90 ml に混じ，その際 CTC 濃度を 30 ppm となるごとくし，これを 1～5°C の冷蔵庫に放置し，時間の経過に伴う菌数の変化を観察した。菌数の測定は日本栄養化学の標準寒天培地に混釈し，20°C で 72 時間培養後の集落数によつた。実験の結果を Table 7 に示した。

Table 7. Change of bacterial number during incubation of some strains in the broth containing 30 ppm of CTC.

Strain			Log. of viable bacterial number per ml. of broth			
No.	Species	CTC-sensitivity (ppm)	Initial	After 20 mins.	After 6 hrs.	After 24 hrs.
3	*Ps. fluorescens*	1.25	7.30	7.41	6.23	4.00
8	*Ps. fairmontensis*	0.31	7.08	7.14	5.97	4.65
9	*Ps. fluorescens*	100	7.63	7.52	6.90	5.81

3 菌株ともに 20 分間では全く死滅することなく， 6 時間ではかなり死滅し，24 時間後にはさらに顕著に死滅が進行し，No. 3 では最初の菌数の 99.9% 以上死滅しており，No. 8 でも 99% 以上死滅している。また No. 9 は寒天培地で CTC 30 ppm に耐性を有することを予め認めているが，同じ 30 ppm の濃度でもブイヨンの場合には条件は全く異るのであつて，本菌でも 24 時間後に 98% 以上が死滅している。

6. Iso-CTC 含有培地に継代した場合における CTC 耐性の獲得についての検討

CTC を含有する食品が加熱処理された場合， CTC は iso-CTC に変化するといわれる。iso-CTC は抗菌性を有しないが[4)]，iso-CTC を含有する食品において菌が CTC 耐性を獲得するや否やを知る目的でつぎの実験を行なつた。

iso-CTC を 100 あるいは 10 ppm 含有する普通寒天平板をつくり， CTC に対し感性を有する 4 菌株をそれぞれ 24 時間ごとに継代し， 7代あるいは 17 代培養を繰返した後，CTC 感性の変化を検討した。対照として iso-CTC を含有しない培地にも継代した。なお iso-CTC は CTC を 0.1 N NaOH で1夜処理して調製した。実験の結果を Table 8 に示したが， いずれの菌株の場合においても7代あるいは 17 代の継代培養によつて耐性の上昇は全くみとめられなかつた。

Table 8. Change in CTC-sensitivity of some strains after repeated subcultures on the agar containing iso-CTC.

Strain \ No. of transfers / Iso-CTC concentration in agar (ppm)		Initial	7 transfers			17 transfers		
No.	Species		0	10	100	0	10	100
3	*Ps. fluorescens*	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
8	*Ps. fairmontensis*	0.63	0.31	0.31	0.31	0.63	0.63	0.63
12	*Ps. synxantha*	5.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
15	*Ps. fluorescens*	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5

Figures represent sensitivities to CTC as ppm.

考　　　察

鮮魚を CTC 処理することにより鮮度保持期間を延長し得ることは従来認められているが，本研究においても確認された。スズキおよびブリを用いた2回の実験において，CTC 処理の有無に関せず，初期腐敗の段階における細菌の増殖は表皮において著しく起り，これに比して筋肉内部においては甚だ僅少であつた。CTC 処理魚の初期腐敗時に表皮に増殖した細菌の約半数あるいはそれ以上が CTC 10 ppm 耐性株であつたが，対照魚の初期腐敗時には全生菌数の 99% 以上が 10 ppm 感性株であつた。すなわち CTC 処理魚の腐敗には主として CTC 耐性株が関与しており，無処理魚の腐敗には感性株が主役を演じていることが明らかである。感性株および耐性株を分離し，分類を試みたところ，大部分が *Pseudomonas* に属し，一部は *Micrococcus* その他に属した。Table 5 に示した実験結果によれば，CTC 感性株が CTC の存在において容易に耐性を獲得することはないようである。また Table 6 の実験結果からみて，CTC 耐性株が容易に耐性を失うことも考えられない。また Table 7 に示したごとく，30 ppm 溶液に長時間処理された場合に感性株は顕著に殺菌され，耐性株もかなりの殺菌効果を受けることが知られる。また一方分離菌株について細かく性状を観察した処，スズキの実験において，対照魚の腐敗時に分離された No. 34 の菌株と CTC 処理魚の腐敗時に分離された No. 9 の菌株とはいずれも *Pseudomonas fluorescens* であつて，検査したすべての生物学的性状においてのみならず，CTC 耐性の点でも全く一致していた。この事実は両菌株が自然耐性株として，最初から鮮魚に附着していたものであることを裏書きしている。

以上の諸観察から総合的に考えると，鮮魚を 30 ppm の CTC 溶液で処理した場合には，表皮に附着している細菌はある程度殺菌され，一時的に附着生菌数の若干の減少の起ることが考えられる。この場合，感性株の方が特に大きく殺菌効果を受けることは当然であろう。時間の経過とともに附着する CTC 濃度が減少するにつれて，生残した菌株の中，比較的 CTC 耐性の大なる菌株から選択的に増殖を開始し，これら耐性株によつて初期腐敗段階がもたらされるものと考えられる。自然状態においては鮮魚に附着している細菌の中で CTC 耐性菌々数はごく少数であろう。したがつて CTC 無処理の鮮魚の腐敗の場合には耐性株は増殖するとしても常に全菌数からみればごく少数であることは当然である。

なお Table 8 の実験結果からみて，iso-CTC の存在において腐敗細菌が容易に CTC 耐性を獲得する可能性はあるまいと考えられる。

摘　　　要

鮮魚を CTC 30 ppm の海水溶液に10分間浸漬処理し，低温に貯蔵し腐敗に至らしめた場合，増殖した細菌の半数あるいはそれ以上が CTC 10 ppm 耐性株であつた。これに対し CTC 無処理の対照魚の腐敗時においては全生菌数の 99% 以上が 10 ppm 感性株であつた。これら腐敗時に CTC 感性株および耐性株を分離し，その性状を観察したところ，大部分が *Pseudomonas* に属し，一部は *Micrococcus* その他に属した。分離菌株の一部について検討した結果，CTC 感性株が CTC の存在において容易に耐性を獲得することはないようであり，一方 CTC 耐性株が容易に耐性を失うことも考えられない。また 30 ppm の CTC 含有ブイヨンに菌を浮游した場合，時間とともに感性株は顕著に，耐性株でもある程度死滅することを観察した。

以上の観察の結果から，CTC 処理魚においては，元来鮮魚に附着している細菌の中で CTC 自然耐性株が選択的に生残，増殖し腐敗の主役を演ずるものと考えられる。

なお iso-CTC の存在下において腐敗細菌が容易に CTC 耐性を獲得するや否やを検討したが，その可能性はないようである。

本研究にあたり，iso-CTC の調製法等に関し，国立予防衛生研究所河端俊治博士の御教示を仰いだ。本研究に援助を与えられた日本レダリー KK に深謝の意を表する。

文　　　献

1) 河端俊治等：本誌，**26**，300 (1960).
2) Bergey's manual of determinative bacteriology，7th ed.，(1957).
3) 小酒井　望：細菌の薬剤耐性，医学書院，東京 (1955)，p. 26.
4) Kawabata, T., Sakaguchi, G., Nakamura, Y. and Akano, T.: *J. Antibiot., Ser. A*, **13**, 180 (1960).

MUSCLE EXTRACTS OF AQUATIC ANIMALS—III ON THE METHOD FOR DETERMINATION OF BETAINE AND ITS CONTENT OF THE MUSCLE OF SOME MARINE ANIMALS

Shōji Kōnosu and Eiichi Kasai*

(Received Nov. 1, 1960)

In this series of study, the authors have tried to present the detailed information about the distribution of nitrogenous compounds in the muscle extracts of aquatic animals. For this purpose, the determination of trimethylglycine (betaine) is required, as it has been known to be one of the most important constituents in the muscle extracts of some marine invertebrate animals.

Although several determination methods using the reinecke salt are now available,[1-3] it seems reasonable to remove interfering substances such as some of amino acids and bases prior to make betaine reineckate, as they are rather abundant in these animals. From these points of view, Shimidu and Endo[4] devised a method, in which oxidative destruction of amino acids and reduction of trimethylamine oxide (TMO) were adopted. The procedures are, however, laborious and time consuming. Thus the present authors took an interest in the method described by Friedman *et al.*,[5] who separated betaine in the beef extracts by the ion exchange chromatographic technic. In applying this method to the muscle extracts of lower aquatic animals, however, some preliminary examinations seemed to be necessary, for it is anticipated that the said extracts are significantly different from the beef extracts in the pattern of disturbing substances.

An amino acid, proline, which gives reineckate, was confirmed to move almost as fast as betaine in the column, indicating that the method is not applicable to such sample as squid muscle, which contains a large quantity of free proline.[6] The original method, therefore, was slightly modified by adding a procedure to remove the amino acid with the resin, Amberlite IRA-400.

The present paper deals with the results of these experiments, together with betaine content of the muscle of some marine invertebrate animals.

(I) Examinations on the Friedman method for separation of betaine.

Experimental

Reagent-grade betaine was used as standard after recrystallization. Found: N, 11.95, 11.76%; Calcd. N for $C_5H_{11}NO_2$: 11.96%.

The procedures were essentially the same as reported by Friedman *et al.* An unheated longer column (0.9×60 cm.) of Dowex 50 *X*-12 was used and the rate of flow

* Lab. of Fish. Chem., Fac. of Agr., The Univ. of Tokyo (東京大学農学部，鴻巣章二・葛西英一).

was adjusted to about 30 ml. per hour. The effluent was collected in 10 ml. portions by the automatic fraction collector.

The determination of betaine was carried out by the reinecke method reported by Focht and Schmidt.[3] TMO was estimated by the modified Dyer method[7] and creatinine by the A.O.A.C. method.[8] Amino acids were identified by the paper chromatography and determined by the photometric ninhydrin method.[9]

Results and Discussion

Chromatographic separation of a mixture of betaine, TMO, creatinine and amino acids. As a preliminary test, a mixture of 20 mg. of each of betaine, TMO and creatinine was chromatographed. As shown in Fig. 1, the separation of each component

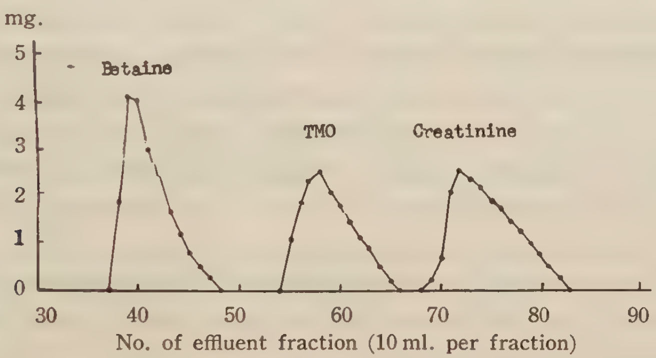


Fig. 1. Chromatographic separation of a mixture of betaine, TMO and creatinine.
Column, Dowex 50 X-12 (0.9×60 cm.); Eluent, 1N HCl; Flow rate, 30 ml. per hour.

was complete, whereas Friedman *et al.* reported that the peaks of TMO and creatinine partially overlapped each other. In the second place, a mixture of 20 mg. of betaine and

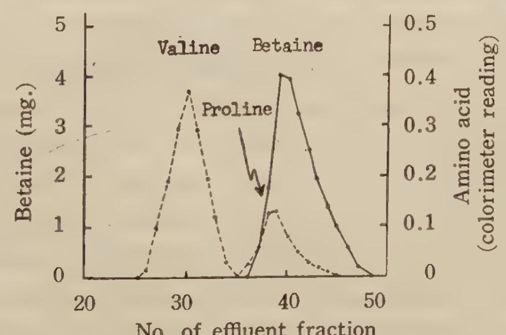


Fig. 2. Chromatographic separation of a mixture of betaine and amino acids.
The experimental conditions were the same as given in Fig. 1.

each 1 mg. of twenty-one kinds of amino acid* was developed (Fig. 2). The amino acids emerged near the position of betaine were identified as valine and proline and the latter overlapped betaine.

Table 1. The disturbance of proline in the assay of betaine by the method of FOCHT and SCHMIDT.

Sample (mg.)								
	Betaine	3.00						
	Prolein	0.20	0.30	0.50	0.70	1.00	2.50	5.00
Found (mg.)		3.00	3.09	3.09	3.09	3.09	3.52	4.50

As proline precipitates as reinekate, effect of this amino acid on the assay was examined. The solutions which contained 3 mg. of betaine and varying amounts of proline were analyzed for betaine (Table 1). It is apparent from the table that co-existence of a large amount of proline gives abnormally high values of betaine, although FRIEDMAN *et al.* did not pay any attention to the disturbance of this amino acid. All trials carried out under various conditions to obtain the betaine fraction free from proline with a single column of Dowex 50 or Amberlite IR–120 were unsuccessful.

After several experiments, the following method was established, in which the elimination of proline from the betaine fraction was achieved by using another column of Amberlite IRA–400.

The modified method for determination of betaine. An aqueous sample solution, varying in volume from 1 to 5 ml. and containing 10∼20 mg. of betaine, is introduced onto the top of the column of Dowex 50 X–12 (0.9×60 cm.). After the column is rinsed thrice with each 0.3 ml. portion of water, 1 N hydrochloric acid is allowed to flow through the column at the rate of 30 ml. per hour and the effluent is collected by 10 ml. The development is continued until betaine is eluted, which emerges usually between 35th and 50th fraction. As the leak of betaine is slightly affected by temperature, each fraction is checked on betaine by the following procedure.

One or two ml. aliquot of each fraction after the 30th is taken into another test tube and kept in a ice bath for about 2 hours after addition of the same volume of ammonium reineckate reagent.[3] Even meagre amount as little as 0.05 mg. of betaine can be recognized by the precipitation of the reinecke salt with the unaided eye.

All the fractions, in which the presence of betaine is acertained, are pooled with several other fractions before and after and evaporated to dryness under reduced pressure. The residues are taken up in a small amount of water, put on the column of

* Alanine, aspartic acid, asparagine, arginine, cystine, glutamic acid, glutamine, glycine, histidine, isoleucine, leucine, lysine, methionine, hydroxyproline, phenylalanine, proline, serine, threonine, tryptophan, tyrosine and valine.

Amberlite IRA-400 (1.4×10 cm., OH-form, 100∼200 mesh) and washed with about 50 ml. of water at the rate of 2.5 ml. per minute. The effluent, which is freed from proline, is concentrated under reduced pressure to an appropriate volume. The resulting solution is ready for the assay of betaine.[3]

The recovery of betaine through the whole procedures was satisfactory, ranging from 98 to 101%, and the Dowex 50 can be replaced by Amberlite IR-120 (200∼400 mesh) without any decrease in accuracy. The treatment with Amberlite IRA-400 may be omitted when the sample to be assayed contains little amount of free proline. The extraction with phenol, which has been applied to the beef extracts in advance of the chromatography by FRIEDMAN *et al.* was found to accompany a partial loss of betaine, whereas proline is removed to some extent, so it was omitted in the modified method.

(II) Betaine content of the tissues of some marine animals.

The live octopus, *Octopus vulgaris*, hard clam, *Meretrix meretrix lusoria*, prawn, *Penaeus japonicus* and frozen squid, *Ommastrephes sloani pacificus* were obtained from a local market. Details of the materials are given in Table 2. Fifty grams of the tissue were macerated with 50 ml. of water in a homogenizer and 100 ml. of 10% trichloroacetic acid were added to the homogenate. After centrifugation, the precipitates were reextracted thrice with each 50 ml. portion of 5% trichloroacetic acid. The supernatants were combined and freed from the acid by shaking 5 times with each 300 ml. portion of ether. The extracts thus obtained were concentrated under reduced pressure to an appropriate volume, and the betaine content was estimated by the modified method.

It was acertained that the effluent from the column of Amberlite IRA-400 gave only one spot of betaine with DRAGENDORFF's reagent after paper chromatography.[10]

Table 2. Betaine content of the muscle of some marine animals.*

Common name	Scientific name	Date of sampling	No. of animal used and body wt. (g.)	Part analyzed	Betaine content (mg. %)	Betaine-N (mg. %) (A)	Extractive-N** (mg. %) (B)	$\frac{(A)}{(B)} \times 100$
Squid (Surumeika)	*Ommastrephes sloani pacificus*	—	1, 320	Mantle	571	68.3	848	8.1
Octopus (Madako)	*Octopus vulgaris*	July 20, '60	1, 1400	Arms	821	98.2	523	18.8
Hard clam (Hamaguri)	*Meretrix meretrix lusoria*	July 4, '60	13, 32-36	Edible part	808	96.6	586	16.5
Prawn (Kurumaebi)	*Penaeus japonicus*	July 4, '60	10, 17-23	Abdominal muscle	640	76.5	813	9.4

* On fresh basis.

** Total nitrogen in the trichloroacetic acid extracts estimated by the micro-KJELDAHL method.

As shown in Table 2, betaine content was considerably high in these tissues and the proportion of betaine-N to total extractive-N amounted to 8.1, 18.8, 16.5 and 9.4% for squid, octopus, hard clam and prawn, respectively. These results clearly show that betaine is one of the main non-protein nitrogenous constituents in the muscle of these animals, especially in those of hard clam and octopus, and it may be reasonable to assume that the base makes a contribution to the flavour of these meats.

Summary

1) The method for determination of betaine, devised by FRIEDMAN *et al.*, was found to be not applicable to the samples, which are abundant in proline, as it moves almost as fast as betaine in the column of Dowex 50.

2) The original method was modified by adding a procedure to remove proline from the betaine fraction with the column of Amberlite IRA-400.

3) The amount of betaine in the muscle of some marine invertebrate animals, such as squid, octopus, hard clam and prawn, was estimated by the modified method.

4) These tissues revealed a very high content of betaine, indicating that it is one of the main nitrogenous constituents in the muscle extracts of these animals.

The authors are indebted to Prof. Y. HASHIMOTO for his kind advice. The expenses of this investigation were defrayed in part by a research fund granted from the Ministry of Education.

References

1) WALKER, H.G., Jr. and ERLANDSEN, R.: *Anal. Chem.*, **23**, 1309 (1951).
2) BANDELIN, F.J. and PANKRATZ, R.E.: *J. Am. Pharm. Assoc.*, **42**, 442 (1953).
3) FOCHT, R.L. and SCHMIDT, F.H.: *J. Agr. Food Chem.*, **4**, 547 (1956).
4) SHIMIDU, W. and ENDO, K.: *This journal*, **22**, 413 (1956).
5) FRIEDMAN, S., MCFARLANE, J.E., BHATTACHARYYA, P. K. and FRAENKEL, G.: *Arch. Biochem. Biophys.*, **59**, 484 (1955).
6) KŌNOSU, S. AKIYAMA, T. and MORI, T.: *This journal*, **23**, 561 (1958).
7) HASHIMOTO, Y. and OKAICHI, T.: *Ibid.*, **23**, 269 (1957).
8) "Official Method of Analysis of the A.O.A.C.": p. 395 (1955).
9) YEMM, E.W. and COCKING, E.C.: *Analyst*, **80**, 209 (1955).
10) BREGOFF, H.M., ROBERTS, E. and DELWICHE, C.C.: *J. Biol. Chem.*, **205**, 565 (1953).

グルテンの魚肉ソーセージへの利用—I.*

グルテンの魚肉ソーセージの"足"におよぼす影響

藤田真夫・清水 亘・井上謙一

(1960 年 11 月 2 日受理)

STUDIES ON UTILIZATION OF GLUTEN IN FISH SAUSAGE—I. INFLUENCE OF GLUTEN ON ELASTIC PROPERTY OF FISH SAUSAGE.

Masao HUJITA**, Wataru SIMIDU** and Ken-iti INOUE***

The behavior of gluten mixed with fish sausage was observed regarding the elastic properties of the product.

The elastic properties of fish sausage did not influenced by mixing with gluten, except for exceeding over 60~65% water in gluten which was the maximum amount holding in it. The water content of gluten less than 60~65% improved the quality, while an increase of water was affected in inverse.

小麦粉からでんぷんを分離して得られる湿グルテンは強い粘弾性をもち，これを加熱凝固させると弾性ある塊が得られるので，この弾性が魚肉と混和した場合でも現われるならば，魚肉ソーセージの"足"の補強剤として利用できるであろう。しかしグルテンと魚肉とは，ねり製品の"足"を形成するための物理化学的性質が異なるから，その補強効果を予想することは困難である。たとえばグルテンは水および塩水に溶けないから，魚肉のすり身と均一に混和するかどうかわからない。

本研究はそれらの点を検討する目的で行なつたのであるが，グルテンの補強効果は原料魚肉の保水力とグルテンが吸収する水分量とが影響することが知られた。

試料および"足"の測定方法

1. 試料 湿グルテン: 市販の強力粉 (Pacific Ocean 印，日清製粉株式会社製) に約 60% の水を加えてねり，2時間放置後，水の中ででんぷんを流し出し，これを圧搾脱水したもので，水分含量 65% であつた。活性グルテン: 市販品 (商品名 Hi-Pro ハイプロ，新進食料工業株式会社製) を使用した。

2. "足" の強さの測定方法: 魚肉ソーセージの足の強さを表現するために志水・清水[1] の"足"の測定機を用い，破断張力および破断伸長を測定した。測定試料は厚さ 5mm，内径 10mm，外径 25mm の中空ドーナッツ状円板とした。

試験結果および考察

1. グルテンの吸水性: 活性グルテン 10g に水 35ml を加え，いろいろの pH に調製し，均一に混和した後，3000rpm で5分間遠心分離し，沈降したグルテンの水分含量を測定した。その結果グルテンは魚肉ソーセージに利用しうる範囲の pH では 60~65% の水分を含むだけで水には分散しないことがわかつた。

---

* 昭和 35 年 4 月 4日，日本水産学会で講演

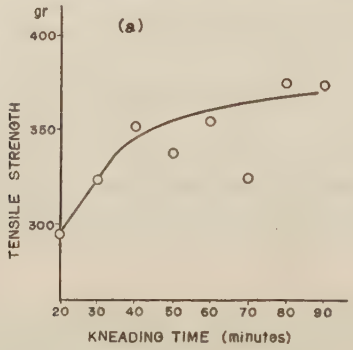
** 京都大学農学部水産学教室 (Dept. Fish., Fac. Agr., Kyoto Univ., Maizuru, Japan).

*** 新進食料工業株式会社 (Shin-shin Food Ind. Co. Ltd., Maebasi, Japan).

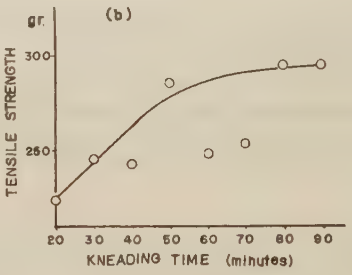
2. グルテンの加熱凝固温度: グルテンを 50g づつ球形にして各温度で 90 分間加熱し，その状態を観察した。60～65°C では加熱前と同じで，70～75°C では半凝固状態であるが，80～85°C では完全に凝固して歯切れのよい塊が得られた。魚肉が 73°C 以上で凝固するのに比べてグルテンは 80°C 以上でなければ完全に凝固しないので，グルテンを加えた魚肉ソーセージは 80°C 以上に加熱する必要があると思われる。

3. グルテンを添加したときのすり身の擂潰時間: メバチ 3.9kg，活性グルテン 520g，水 780 ml を小型擂潰機で擂潰し，所定時間毎に取り出してケーシングに詰め，80°C で 90 分間加熱し，破断張力および破断伸長を測定した。Fig. 1-(a) に示すように擂潰時間は 40 分前後が適当である。湿グルテン 1kg をメバチ 3kg に配合して同じような実験をした結果では，Fig. 1-(b) に示すように測定値がひじようにばらつきこれはおそらくグルテンがすり身に混和しにくいためであろうと思われる。

擂潰時間は，工場で使用している大型擂潰機であれば，もつと能率がよいかも知れないが，本実験では，小型であるため長時間を要したのであろう。以下擂潰時間は 45 分と定めて実験をすすめることにした。



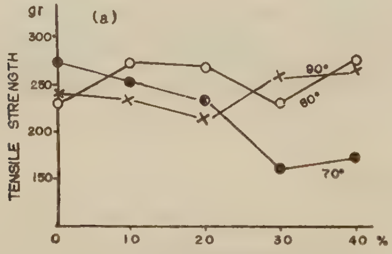
(a) Vital gluten added with 1.5 times of water in weight.



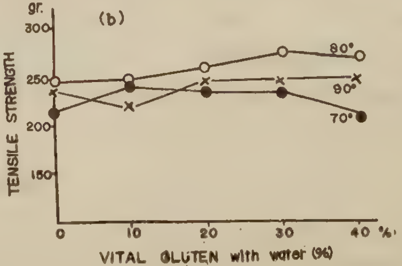
(b) Wet gluten

Fig. 1. Relationship between tensile strength and kneading time during mixing with gluten and fish meat.

4. いろいろの加熱温度におけるグルテンの添加量と"足"との関係: メバチ肉に湿グルテンを加えて 45 分間擂潰し，ケーシングした後，それぞれ 3 つに分けて 70°C，80°C，および 90°C で 90 分間加熱し，その破断張力および破断伸長を測定した。その結果は Fig. 2-(a) に示したように，70°C の加熱ではグルテンの添加量が増すにしたがつて破断張力が低下する。これはグルテンの熱凝固温度が 80°C 以上であるため魚肉だけが凝固してグルテンの凝固が不完全であることを示すものであろう。加熱温度が 80°C，90°C になる



(a) Wet gluten.



(b) Vital gluten added with 1.5 times of water in weight.

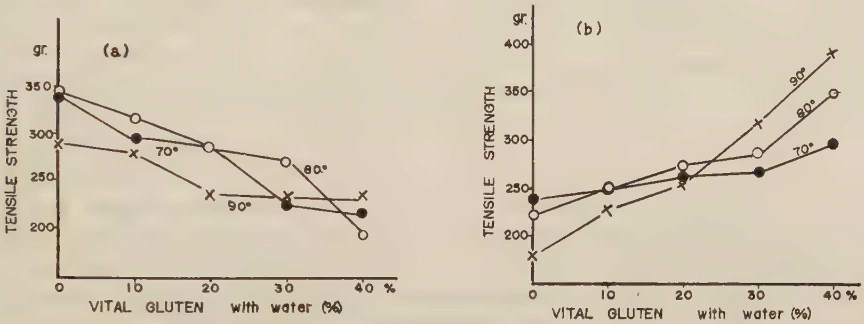
Fig. 2. Influence of increasing quantity of gluten on the tensile strength of fish sausage cooked at various temperature.

Heating temperature: -●- 70°C, -○- 80°C, -×- 90°C.

とグルテンも凝固するので，グルテンをかなり多く加えてもだいたいもとの魚肉の“足”の強さと等しい。

活性グルテンに 1.5 倍量の水を加えると湿グルテンと同じ性質になるので，1.5 倍量の水を加えた活性グルテンをメバチ肉に加えて，湿グルテンとまつたく同様な条件で実験してみた。結果は Fig. 2-(b) に示したように湿グルテンの場合と同じような結果が得られた。

5. グルテンの水分量と“足”との関係： グルテンがその最大吸水量以上に水を含んだ場合に魚肉ソーセージの“足”に対してどのように影響するかを知るために，活性グルテンに 2 倍量の水を加えて（水分約 70% となり，グルテンの最大吸水量を越す）メバチ肉に配合し魚肉ソーセージを作つてみた。その結果は Fig. 3-(a) に示したように，グルテンの添加量が増大するにつれて魚肉ソーセージの“足”はひじように弱くなつた。これはグルテンの水分量がグルテンの最大吸水量の 60～65% を越しているので，もし原料魚肉の保水力が弱い場合には，魚肉がグルテンの過剰水分を吸水しきれないで，“足”を落すことになるのであろう。



(a) Vital gluten mixed with 2 times of water in weight.

(b) Vital gluten mixed with equal volume of water in weight.

Fig. 3. Influence of vital gluten contained various amount of water in weight on the tensile strength of fish sausage.
Heating temperature: -●- 70°C, -○- 80°C, -×- 90°C.

つぎにグルテンに対して水分が少ない場合の例として等量の水を加えた活性グルテンをメバチ肉に配合して魚肉ソーセージを作つてみた。その結果は Fig. 3-(b) に示すように，グルテンの添加量が増大するにつれて，魚肉ソーセージの“足”がしだいに補強されてゆくことがわかつた。したがつて魚肉ソーセージにグルテンを利用する場合には原料魚肉の保水力とグルテンの水分量を考慮に入れなければならないことが知られる。

6. グルテンおよびでんぷんと“足”との関係： グルテンを魚肉ソーセージに利用する場合に，グルテンの最大吸水量 60～65% 以上に水が存在すると魚肉ソーセージの“足”を弱くするので，この過剰の水をでんぷんに吸収させたならばこのような場合でも魚肉ソーセージの“足”を保持することができるのではないかと考えて，今までの実験のうちでもつとも悪い結果を示した場合，すなわち 2 倍量の水を加えた活性グルテン 40% と魚肉 60% を配合したものにでんぷんを少しづつ加え 80°C で90分間加熱して魚肉ソーセージを作つてみた。結果は Fig. 4 に示すように，でんぷんの増加とともに破断張力も破断伸長も増大した。この結果から活性グルテンに 2 倍量の水を加えてもでんぷんによつて過剰の水が吸収されて，活性グルテンに 1.5 倍量あるいは等量の水を加えて作つたものと同じ結果になることが知られる。

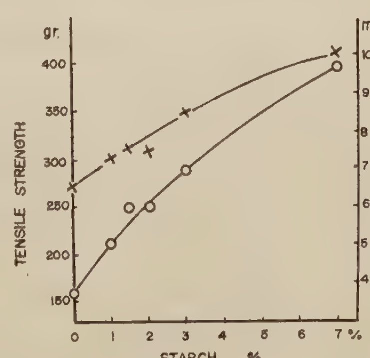
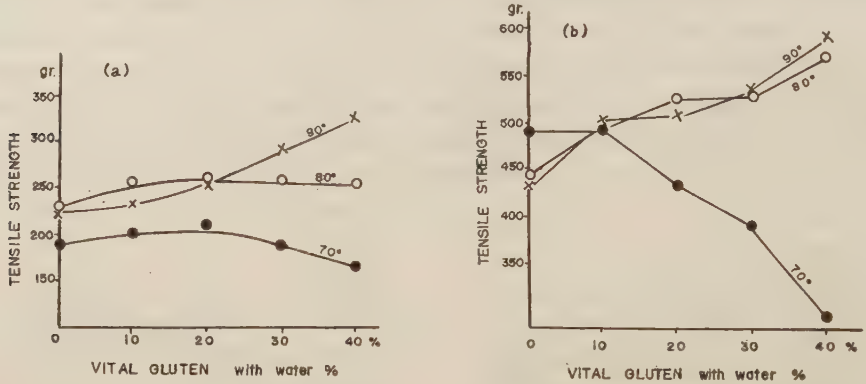


Fig. 4. Influence of starch added to the mixture of vital gluten contained 2 times of water in weight and fish meat on the tensile strenght and elongation to break of fish sausage.
-×- Elongation to break
-○- Tensile strength

つぎに2倍量の水を加えた活性グルテンと活性グルテンの 25% に相当するでんぷんとをメバチ肉に対ししだいに増量して魚肉ソーセージを作り，その影響をみると，Fig. 5-(a) に示すように活性グルテンに 1.5 倍量の水を加えた場合 (Fig. 2) にしだいに近づいた。また2倍量の水を加えた活性グルテンと活性グルテンの 50% に相当するでんぷんとをメバチ肉に添加して実験した結果では，Fig. 5-(b) のように，等量の水を加えた活性グルテンを添加した場合 (Fig. 3-(b)) と同じように“足”の補強効果があらわれてきた。



(a) Vital gluten added with 2 times of water and 25% of starch.
(b) Vital gluten added with 2 times of water and 50% of starch.

Fig. 5. Influence of the mixture of starch and vital gluten contained 2 times of water in weight on the tensile strength of fish sausage.
Heating temperature: -●- 70°C, -○- 80°C, -×- 90°C.

このようにグルテンは添加水分量によつて“足”の補強力に大差を生ずるのである。グルテンに含ませる水分量が多くなると，その添加量を増大するにつれて魚肉ソーセージの“足”が弱くなるが，このようなときには，その過剰の水をでんぷんに吸収させると“足”の補強効果が出てくる。その過剰の水分はまた原料魚肉が強足であればそれにも吸収されるから，原料魚肉の性質により，グルテンの添加量とそれに含ませる水分量あるいはでんぷん量を定めればよいわけである。

要　　約

グルテンを魚肉ソーセージに添加した場合，魚肉ソーセージの“足”の強さに影響をあたえる要素について実験し，つぎの結果を得た。

1) 原料魚肉の保水力とグルテンの含む水分量が魚肉ソーセージの“足”の強さに影響をあたえる。

2) グルテンの含む水分量がその最大吸水量 60～65% 以下であれば，グルテンの添加量が増大するにつれて魚肉ソーセージの“足”は強くなり，その最大吸水量のときは，グルテンの添加量を増加しても魚肉ソーセージの“足”は変化しないが，その最大吸水量以上になるとグルテンの添加量を増加するにつれて魚肉ソーセージの足は弱くなる。

3) グルテンの含む水分量がその最大吸水量以上になつた場合でも，その過剰の水をでんぷんに吸収させると“足”の補強効果が回復する。

4) グルテンを添加した魚肉ソーセージの加熱凝固温度は 80°C 以上でなければならない。

文　　献

1) 志水　寛・清水　亘：本誌，**26**，911 (1960).

水産ねり製品の足に対する酸化剤の増強効果

岡田　稔・中山正夫

(1960 年 12 月 23 日受理)

THE EFFECT OF OXIDANTS ON JELLY STRENGTH OF KAMABOKO

Minoru OKADA* and Masao NAKAYAMA**

Kamaboko, a traditional fisheries product in Japan, is an elastic jelly with high jelly strength made from fish meat. Its elasticity and jelly strength depend on the kinds of fish used and the manufacturing process. It is accepted that both hydration of muscle protein and formation of network of hydrated protein are two important factors for elastic jelly and hence for elastic Kamaboko. Objective of this investigation was to find a new method of strengthening Kamaboko by use of oxidants which would promote cross linking of protein molecules by the following reaction,

$$2\,SH \longrightarrow S\text{-}S$$

Addition of oxidants such as potassium bromate was shown to make an elastic jelly out of fish meat with low ability of jelly formation such as horse mackerel, from which only a brittle, easily crushable and synerizing jelly can be made. Simulataneous measurement of sulfhydryl groups of cooked meat clearly demonstrated that an elastic jelly was formed (as shown by decrease in the amount of expressible water in Fig. 1), when sulfhydryl groups were diminished by the addition of more than one-tenth percent of bromate. A small decrease in solubility of meat protein in 3% NaCl soln. was observed after the addition of bromate even when Na-tripolyphosphate was added to the mixture (Table 4).

It was, therefore, supposed that the effectiveness of oxidants was primarily due to its action on strengthening the network of Kamaboko by cross linking protein molecules with disulfide bonds.

水産ねり製品の足は一般の弾力の強いゲルと同様，網状構造のようなゲルの骨骼構造が存在するために現われるものと考えられており，従つて足の強いねり製品ができるためには魚肉蛋白（主としてミオシン系蛋白）が食塩の添加により溶解し（肉蛋白の水和），加熱によつてこの水和した肉蛋白がからみあつて丈夫な網状構造をつくることが必要であるとされている。

したがつて水産ねり製品中に網状構造が形成されるさいには，からみあつた蛋白分子間にいろいろな側鎖結合による架橋が行なわれ，網状構造が安定されると考えることができる。このさい架橋にあずかる蛋白分子間の側鎖結合としては，イオン結合，水素結合，S-S 結合などが考えられるが，このうち S-S 結合の存在については疑問がある。なぜなら塩ずり肉を加熱する場合には酸化還元電位が著しく低下することが知られており[1]，これは肉蛋白の加熱変性によつて SH 基が現われるためと考えられる。また足の強いねり製品にも足の弱い製品にも同じように多量の SH 基が存在しており[2]，$2\,SH \rightarrow S\text{-}S$ の反応による蛋白分子間の架橋がねり製品中の網状構造形成に大きく関与していると考えられないからである。本研究はねり製品中の網状構造形成には与かつていないと思われる多数の SH 基を酸化剤の使用によつて S-S 結合に変え，蛋白分子間に架橋を行なわせることによつて，網状構造を強化し，ねり製品の足の増強を企図したものである。

東海区水産研究所業績 B 第 342 号

* 東海区水産研究所 (Tōkai Reg. Fish. Lab., Chuō-ku, Tokyo, Japan).
** 千代田化学工業所 (Chiyoda Kagaku Kōgyō-syo, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan).

実験方法

実験材料としては主にマアジ肉を用いた。東京市場で入手しうる程度の鮮度のアジ肉はカマボコ形成能が弱く，足の増強効果をみるのに便利であるからである。1/4～1/3 重量の水を加えたマアジ精肉を 3% の食塩と擂潰して塩ずり肉をつくり，これにいろいろな薬品を加えて充分混和後，ケーシングにつめて 80～90°C で加熱，一晩放冷後測定に供した。

足の強さの判定は官能的に行なうとともに，直径 3 cm，厚さ 0.5 cm の円板状の試料片を折り曲げた場合の破壊の有無*（屈折破）を観察し，また圧出水分（10 kg/cm², 10 秒加圧したさいに圧し出される水分量）の測定を行つた。従来よく用いたプランジャー加圧式のゼリー強度計による測定は本実験では補助的に行なうに止めた。これは本実験で用いたアジ肉は殆んどカマボコ形成能を失ない，粘稠な塩ずり肉をつくつても加熱すると弾力に乏しく脆い水の出易いいわゆるツミレ型のゼリーをつくり，このゼリーは相当に硬いためゼリー強度としては高い測定値を与え，この場合にはゼリー強度の大小が足の強弱を示さないからである。

SH 基の測定は赤血塩法によつた。この方法で示めされた還元値をそのまま SH 基量とみなすことには問題があるが，とりあえず本実験では森らの方法[3]に準じ，加熱魚肉の水懸濁物を赤血塩で酸化し，$FeSO_4$ を加えて生ずるプルシアン青の青色を光電比色計により 680mμ で測定した。なおブロム酸カリなど酸化剤を加えた試料肉ではプルシアン青の形成が阻害されるため，この方法で SH 基の測定が不能であつた。このため予め酸化剤を水洗除去して測定を行なうこととした。すなわち 10 倍量の水を加えた肉をブレンダーにかけて懸濁液をつくり，遠心分離して上澄を除き沈澱肉を再び水に懸濁して遠心分離する。この方法をくりかえして肉を 6 回洗滌すると酸性で KI を加えてもヨード反応はみられず，酸化剤は除き得たと判断される。本実験ではさらに 4 回洗滌を繰返し都合 10 回行なつた。水洗による影響をさけるため対照の酸化剤無添加試料も平行して 10 回洗滌を行ない，同時に遠心分離して得られ沈澱肉を各々 1g づつとり SH 基の測定に供した。図表中の SH 基の測定値は便宜上このように処理した対照試料肉の値を 100 とし，その百分率で現わした。

実験結果

1. 酸化剤の種類による影響

手持の酸化剤 8 種を用い，酸化剤の種類によつてねり製品の足に対する影響がどうちがうかをみた。すなわち，肉中の水に溶けて 0.01 モル溶液をつくるように酸化剤をアジ塩ずり肉に混和して試料をつくり，比較検討した。Table 1 に示したように酸化剤無添加の対照は弾力が乏しく脆いツミレ型のゼリーであるのに対し，酸化剤を添加した場合の大部分は弾力のあるカマボコ型のゼリーをつくり，官能的にも，また圧出水分量の少ないことならびに折り曲げた時に破壊し難くなることからも酸化剤による足の増強効果が認められた。ただし実験に用いた酸化剤のうちヨード酸カリおよび過硫酸アンモンの二者には増強効果が認められなかつた。ヨ

Table 1. Properties of cooked jelly treated with oxidants.

Oxidant added	Jelly strength	Expressible water %	Ease of* rupture	Organoleptic judge	pH
None	290	48.8	+	Brittle jelly	6.14
$NaClO_3$	280	45.5	±	Elastic jelly	6.12
$NaBrO_3$	305	41.5	−	〃	6.08
$KBrO_3$	325	42.3	−	〃	6.07
KIO_3	285	48.5	⧺	Brittle jelly	6.08
$K_3Fe(CN)_6$	325	46.7	±	Elastic jelly	6.00
$(NH_4)_2S_2O_8$	300	47.4	⧺	Brittle jelly	5.72
$K_2Cr_2O_7$	200	44.7	±	Elastic jelly	6.51
$KMnO_4$	300	46.2	±	〃	6.30

* When test pieces (diameter 3 cm, height 0.5 cm) was folded,
⧺: easily breaked, +: cracked, −: not breaked.

* 足の弱い試料は容易に割れ，足の強い試料は破壊しない。

ード酸カリを塩ずり肉に添加すると擂潰中にゲル化が起こること，過硫酸アンモンの場合には加熱後の肉の pH が低下し脱水が起きることが観察された。

以後の実験には足の増強効果が強く，また小麦粉の品質改良剤として食品衛生法で認められているブロム酸カリを用いることとした。

2. ブロム酸カリの添加量と足の増強効果

上記の実験では酸化剤の添加量を肉中の水に溶けて 0.01 モル溶液をつくるのに必要な量*としたが，ブロム酸カリの添加量をいろいろに変えて添加量と足の増強効果との関係をみた。

Table 2. Effect of varying amount of potassium bromate on properties of cooked jelly.

Amount of $KBrO_3$ %	Expressible water %	Ease of rupture	Organoleptic judge	pH
0	44.8	++	Brittle jelly	6.30
0.05	42.2	++	〃	—
0.1	39.4	+	Elastic jelly	—
0.2	38.5	−	〃	6.22
0.3	37.5	−	〃	—
0.4	37.0	−	〃	6.20
0.5	35.7	−	〃	—

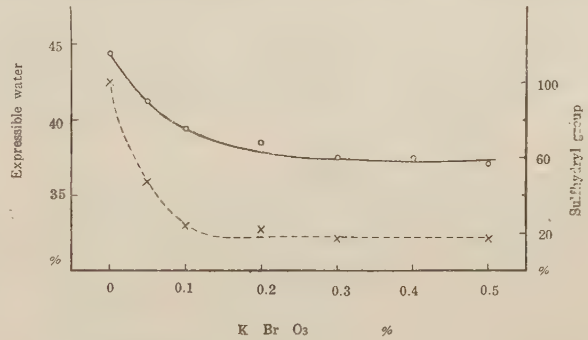


Fig. 1. Effect of potassium bromate on expressible water and sulfhydryl group of cooked jelly.
○——○ Expressible water
×····× Sulfhydryl group

実験結果は Table 2 および Fig. 1 に示したとおりである。対照の無添加のものはツミレ型の脆いゼリーであるのに対し，ブロム酸カリを塩ずり肉に 0.1% 以上添加したものはカマボコ型の弾力のあるゼリーとなり，さらに添加量が 0.2% 以上になるとカマボコとしての足の強さはいちじるしく増し，足の増強効果がはつきりと認められる。なお Table 2 で判るようにブロム酸カリを添加すると僅かであるが肉の pH が低下する傾向がある。

3. ブロム酸カリ添加による SH 基の変化

ブロム酸カリを添加すると試料肉中の SH 基量は Fig. 1 にみられるようにいちじるしく減少する。一方，ブロム酸カリの足の増強効果は官能的にもまた圧出水分の測定結果からも 0.1～0.2% 添加ではつきり認められ，これは SH 基量の減少が殆んど終つた時のブロム酸カリ濃度と一致し，SH 基の減少と足の増強効果との間に密接な関係があるように思われる。

考　　察

1. 酸化剤のねり製品の足に対する増強効果

小麦粉を水，酵母などと混合，ねり合わせてつくるパン生地（ドウ）の物理的性質は，これを焼成してつくるパンの性質を決めるものであり，このドウの性質は小麦粉の主要蛋白であるグルテンが形成する網状構造の性質によつて決められる[4]。例えば $NaHSO_3$ のような還元剤を加えるとドウは軟化して製パンに不適なものとなるが，これはグルテン分子内の S-S 結合が切れて分子に fragmentation が起きたためとされている。またブロム酸カリ，過硫酸アンモンなどの酸化剤はグルテン分子間に 2SH → S-S の反応によつて架橋を起し網状構造を強化してドウの物理的性質を改良すると考えられており，パン製造に広く応用されている。

* ブロム酸カリの場合，約 0.2% に相当。

このようにドゥの網状構造では SH 基の関与する架橋が極めて重要な役割をなしているが，水産ねり製品中の肉蛋白による網状構造では次のような理由によつて SH 基の関与している架橋がそれほど重要な役割を果しているとは考えられない。すなわち，ねり製品中には足の強い製品でも，弱いものでも同様に多量の SH 基が存在しており，SH 基量と足の強さとの間には殆んど相関がないとみられている[2]。ねり製品中のこの SH 基の大部分は加熱による肉蛋白の変性に伴なつて出現するものであるが，もし加熱にあたつて出現する SH 基が S-S 結合に変わつて蛋白分子間の架橋に使われるものであるなら，丈夫な網状構造をもつ足の強い製品ほど S-S 結合が多い，したがつて SH 基が少ないと考えられるからである。しかし，本実験の結果では単独では弾力のあるカマボコをつくり得ないようなアジ肉からもブロム酸カリなどの酸化剤を加えることによつて弾力のあるカマボコをつくることができ，このさい SH 基量が著しく減少することが認められた(Fig. 1)。酸化剤を添加した試料中の SH 基が少ないことは加熱変性によつて出現する肉蛋白の SH 基が酸化されて S-S 結合に変えられたためと考えられよう。一方，酸化剤を加えることによつて同じ塩ずり肉がツミレ型のゼリーからカマボコ型の弾力のあるゼリーに変つたことは，酸化剤の作用によつて丈夫な網状構造が形成されるようになつたことを示すものであり，この網状構造の強化には酸化剤の作用によつて形成された S-S 結合による架橋が重要な役割をなしていると推論されよう。

以上のことから酸化剤がねり製品の足に対して増強効果をもつているのは，その酸化作用によつて通常のねり製品中ではその網状構造に関与しないで存在している SH 基を S-S 結合に変え，蛋白分子間に架橋をおこさせ，ねり製品中の網状構造を強化するためと考えられる。

実験に用いた酸化剤のうちパン生地に対し強い改良効果を示すヨード酸カリおよび過硫酸アンモンの二者にはねり製品の足に対する増強効果を認めることができなかつた。過硫酸アンモンを添加した場合には加熱肉の pH が低いこと，また加熱後に脱水が起きていたことから考え，弱塩基の強酸塩である過硫酸アンモンは水中で加水分解して酸性を呈するため肉蛋白の水和を阻害し足の増強効果を示さないのであろう。またヨード酸カリはそのパン生地に対する効果がブロム酸カリなどにくらべ速かに現われることが知られているが，魚肉の場合でもヨード酸カリを加えると擂潰中に肉のゲル化が起ることが認められた。一度坐つた肉を擂潰し直してカマボコにすると足が著しく低下することはよく知られた事実であるが，ヨード酸カリが足の増強効果をしめさないのは，その肉をゲル化させる力があまりにも強いので，丁度坐つた肉を擂潰し直すことになるためと考えられる。

2．多燐酸塩との比較

数年前よりねり製品の足の増強剤として多燐酸塩が広く用いられている。この多燐酸塩とブロム酸カリの効果を比較してみるとブロム酸カリは多燐酸塩にはみられない強い足の増強効果をもつている。Table 3 のようにアジ肉に 0.4% のトリポリ燐酸ソーダ*を加えても対照と同様ツミレ型の脆いゼリーをつくるだけであるが，ブロム酸カリを加えれば弾力のあるカマボコ型のゼリーが得られる。

Table 3. Properties of cooked jelly treated with potassium bromate or tripolyphosphate.

Treatment	Expressible water %	Ease of rupture	Organoleptic judge	pH
None	40.9	++	Brittle jelly	6.30
0.4% tripolyphosphate	39.6	++	〃	6.31
0.2% $KBrO_3$	32.2	−	Elastic jelly	6.22
0.4% $KBrO_3$	32.0	−	〃	6.20

肉蛋白の溶解性に対する影響をみるとトリポリ燐酸ソーダは蛋白抽出量を著しく増し，肉蛋白の水和を増進させる働らきがあるのに対し，ブロム酸カリは逆に肉蛋白の溶解を妨げる傾向がある。すなわちアジ肉を 10 倍量の水とともにブレンダーにかけてつくつた肉の水懸濁液に 3% 重量の食塩を混和し，30 分放置して抽出を行ない，遠心分離して上澄液中の溶解蛋白量を求める。一方，食塩を添加するさい，そ

* 単独使用の場合には最も足の増強効果の強い多燐酸塩[5]

Table 4. Effect of adding $KBrO_3$ or tripolyphosphate on solubility of fish meat protein in 3% NaCl soln.

Extractant	Extracted protein mg/g meat
1. 3% NaCl	97
2. 0.2% $KBrO_3$ added to 1	89
3. 0.2% tripolyphosphate added to 1	131
4. 0.2% $KBrO_3$ and 0.2% tripolyphosphate added to 1	95

れぞれ0.2%のトリポリ燐酸ソーダおよびブロム酸カリを加えて抽出を行なうと Table 4 のようにトリポリ燐酸ソーダ添加区では対照にくらべ抽出蛋白量が増大しているのに対し，ブロム酸カリ添加区ではやや減少している。このことからもブロム酸カリがアジ肉のカマボコ形成能を増強するのは，肉蛋白の水和を増進することによるのではなく，前に論じたように主にゲルの網状構造の形成を強化するためであると推論される。

なおブロ酸カリとトリポリ燐酸ソーダを併用すれば対照とほぼ同じ肉蛋白量が抽出されるので (Table 4), 肉蛋白の溶解を妨げることなしに，網状構造の強化を行なうことができると考えられ，足の増強効果も一層強くなることが予想される。事実，実験的にもブロム酸カリ，トリポリ燐酸ソーダを併用するとブロム酸カリ単独使用の場合よりも強い足の増強効果が認められた。

3. 原料魚の種類と酸化剤の効果

本実験ではアジ肉のみを用いて酸化剤の効果を調べた。しかし原料魚の種類によつてねり製品の足の強さが非常にちがうことはよく知られたことであり，酸化剤の効果が原料魚の種類によつてどのようにちがうかを知ることは，その応用上極めて重要である。このため酸化剤としてブロム酸カリを用い，いろいろな魚について検討を行なつたが，魚の種類によつてその効果が明かに認められるものと認め難いものとがあることを知つた。

一般に白身の魚に対してはブロム酸カリの足の増強効果ははつきりと認められ，弾力が強くなり歯切れが良くなる。しかしグチなどの足の強い魚では添加量が多くなると (0.2% 以上) ゼリー強度，弾力は強くなるが，脆さがあらわれて“さくく”なり，グチのカマボコに特有なしなやかな，ねつとりした食味が消失して，カマボコとしての品質は低下する。一般に足の強い魚ではブロム酸カリの使用量は少ない方がよく，足の弱い魚には多量用いると好結果が得られるように思われる。

イワシ，サバなどの赤身の魚はツミレ型のゼリーをつくる代表的な弱足原料魚である。これらの赤身の魚の場合にはブロム酸カリを加えてもアジの場合のように弾力のあるカマボコ型のゼリーをつくらず，足の増強効果は認め難い。しかし対照の無添加のもののように容易にくずれることはなく，薄片に切ることができるなど加熱肉のまとまりはかなり改善されており，ブロム酸カリを添加した影響は一応認められる。また赤身の魚に白身の魚を若干配合してねり製品をつくる場合にはブロム酸カリ添加による足の増強効果はかなりはつきり認められ，赤身の魚でも適当な工夫を施せば，ブロム酸カリの使用によりねり製品原料としてかなり使用しうることが望める。

以上述べたようにブロム酸カリは従来から使用されている多燐酸塩などには見られない強いねり製品の足に対する増強効果をもち，とくに適当な工夫をすればねり製品原料として不適とされている多獲大衆魚からもかなり足のある製品をつくることが大いに望めるので，今後その使用方法について魚種，鮮度をかえ，また冷凍など原料魚の貯蔵条件をかえて検討を重ねる予定である。

本研究を行なうにあたり，御指導いただいた右田正男先生，いろいろ御助言を賜わつた源生一太郎所長に厚く御礼申し上げる。

要　　約

種々な酸化剤，とくにブロム酸カリを用いてその水産ねり製品の足に対する増強効果を調べた。一般に酸化剤を加えるとアジのようにカマボコ形成能の弱い魚からも足の強いカマボコが得られる。

アジ肉の場合にはブロム酸カリ 0.1〜0.2% 以上の添加により足の増強効果ははつきりと現われ，このさい肉の SH 基量が減少する。

ブロム酸カリの足の増強効果は肉蛋白の水和を増進するものではなく，その酸化作用によつて SH 基を S-S 結合にかえることによりゲルの網状構造を強化するために現われるものと考えられる。

文　　献

1) 横関： 本誌，**24**， 765 (1959).
2) 岡田： 未発表.
3) 森・秦： 本誌，**15**， 407 (1950).
4) 最近の綜説としては
松本： 醱酵工学雑誌，**35**， 77 (1957).
I. Hlynka and J.A. Anderson: *J. Agric and Food Chem.*, **5**, 56 (1957).
5) 岡田・山崎： 東海区水産研究所報告，**21**， 49 (1958).

抄　　録

延縄の漁獲データに基づくアバンダンスの推定　G.I. MURPHY: *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **17** (1), 33〜40 (1960).　従来延縄漁業においては，対象とする魚類のアバンダンスの指数として，使用鈎数に対する漁獲尾数あるいは重量が用いられている。しかし延縄操業中鈎としての機能をもつものの数は時間とともに減少するので，gear saturation などの漁獲への影響を考慮して，延縄漁業の対象となる魚類のアバンダンスを推定する必要がある。いま X（餌のついている鈎の数），Y（鈎からはずれたものも含めてすでに鈎にかかつた魚の数），Z（鈎にかかつている魚の数），A（総鈎数），a（b による以外の餌の瞬間喪失率），b（魚の鈎にかかる瞬間率），c（魚の鈎からはずれる瞬間率）とすると，投縄後 t 時間経過した時点の Z の値は

$$Z_t = A\left[\frac{b}{c-a-b}\left(e^{-(a+b)t} - e^{-ct}\right)\right]$$

であらわされ，ある時点で最大値を持つ。その時点 tz_m は　$tz_m = \dfrac{1}{c-a-b}\left(\log_e \dfrac{c}{a+b}\right)$　である。

a, b, c の値は揚縄した延縄の各鈎についての魚や餌の有無の記録から推定される。POFI の調査船によるマグロ延縄の操業結果からは，$a = 0.048$, $b = 0.004$, $c = 0.048$, $tz_m = 19.0$ 時間が得られ，gear saturation による漁獲への影響は少ないと考えられる。saturation の程度，最大漁獲をあげるための延縄使用時間，鈎にかかる割合の時空間的変化を知ることは，単にアバンダンスの推定にとどまらず，漁撈技術の発展に役立つものと思われる。

（鉄）

漁獲曲線の分析　D. G. CHAPMAN and D. S. ROBSON: *Biometrics*, **16** (3), 354〜368 (1960). 定常状態の資源からの漁獲曲線すなわち年令組成は生残率を知る手掛りである。一般的に年令組成は幾何級数的（s^x）であるという仮定がなされている。このような資源からの n 個の標本（それぞれの年令を $X_1, \cdots, X_n$ とする）によつて得られる生残率 s の最小分散不偏推定値 $\hat{s}$ は $\hat{s} = T/(n+T-1)$, $T = \sum X_i$ であり $\hat{s}$ の分散の不偏推定値は $\mathrm{Var}(\hat{s}) = \hat{s}\left(\hat{s} - \dfrac{T-1}{n+T-2}\right)$ である。JACKSON (1939) は $\hat{s}$ の推定値として $s_0' = (n_1+n_2+\cdots+n_K)/(n_0+n_1+\cdots+n_{K-1})$ をあたえている。s_0' の期待値は s であるが $\mathrm{Var}(s_0') = s(1-s)/n$ で，これは $\mathrm{Var}(\hat{s})$ より大である。ゆえに $\hat{s}$ の方がよい推定値である。漁具の選択性などの理由で K より上の個体がない場合には s の最大推定値は $T/n = Z_K(s)$ を解くことにより得られる。（K, s に対して $Z_K(s)$ の表が示されている）。年令組成の解析にはやくより使用されている方法に，半対数目盛のグラフによる解析またはそれの回帰式による解がある。この場合の不偏推定値は $\bar{s}' = 1/T(\bar{s}_0' + \cdots + \bar{s}_{T-1}')$ である。漁獲係数 $i(\doteqdot -\log s)$ は生残率よりも役に立つ特性値であるが，この不偏推定値を得ることは不可能である。Bias $\hat{i} \doteqdot (1-s)^2/ns$, Var $\hat{i} \doteqdot (1-s)^2/ns$ であるから i の推定値 i^* は　$i^* = -\log \hat{s} - (n-1)(n-2)/n(n+T-1)(T+1)$ である。（土井）

サケ・マスの再生産に重要な生物学的特性　G.V. NIKOLSKY and N. I. KOSHIN: *Rapp. et Proc.-Verb.*, **148**, 66-68 (1959).　ソ連の漁獲の 12%を占めるサケ・マス漁業は，高くて安定した年々の漁獲水準がのぞまれている。そのために，(1) 漁業の規制　(2) 産卵条件の改善による天然再生産力を高めること　(3) 若年魚の人工的増殖の方法が試みられており，形態学的特性の研究より各生長段階別の最良の条件と機構とを見出しうる。

1. 精子と卵：ゆるやかな流れに産卵するシロサケの精子は急流に産卵するマスの精子より長く生きる。卵の形態学的・生化学的分析によると，卵の機械的性質や呼吸については種によりいろいろと異つていることがわかつている。良くない呼吸条件で発育した卵は良好な条件のものよりも赤みがかつた色素形成がみられる。これは孵化条件の好条件を求めるのに重要である。

2. 産卵床の特質：産卵床もまた種によつて異なり，酸素の安定性や濃度に相異があり，また河床の浸食部につくるもの（マス）や堆積部につくるもの（シロザケ）がある。同じシロザケでも秋ザケは湧水のあるところ，夏ザケは地下水の水面にあらわれないところに産卵する。マスもシロザケも孵化直後の稚仔は産卵床内で索餌するが，シロザケの場合頭を上にし油球は卵嚢の前面にある。流れの影響などで水平になると油球は背面に移行して腸を圧して食物の通過をさまたげることになる。このようなことは産卵床の保護のための知見となる。

3. 若年魚の河川生活：サケ・マスの全生活において最大の自然死亡は河川生活期におこる。しかしそれのおこる生長段階は種により異なる。淡水生活期の長短は食物の量に関係する。この問題は解決されていないが，河川への回帰性の形成と共通のものがあり自然界の新陳代謝とも連がると思われる。産卵溯河のため河口に smelt が集まる時期とマス稚魚の降海期とが一致した時にはマスの急減少がおこることがある。マス稚魚が smelt により食害されるからである。カナダやソ連での実験では，サケ・マス若年魚を捕食するものをく除することにより河川期の再生産力を高めうることを証明している。（土井）

測定間隔が時間的に一様でない資料による成長法則の係数の推定　J.A. GULLAND and S.J. HOLT: *J. Cons. Int. Explor. Mer*, **25**(1),(1959).　魚体の大きさ（体長）が時間的に等間隔で測定してある資料であれば VON BERTALANFFY で成長式の各係数はたとえば FORD/WALFORD 法により求められる。しかし標識放流の資料のように測定間隔が一様でなくて適用出来ない場合にはつぎの推定方法が考えられる。体長 l_t の成長法則を $l_t=L(1-e^{-K(t-t_0)})$ とすると時間 a の間の平均成長量 y は

$$y=L\,e^{-K(t-t_0)}\,\frac{1-e^{-Ka}}{a} \qquad (1)$$

であり，その間の平均体長を x とすれば

$$L\,e^{-K(t-t_0)}=2(L-x)/(1+e^{-Ka}) \qquad (2)$$

が成立する。（1）と（2）より

$$y=K(L-x)\,\frac{tanh\,b}{b},\quad \frac{1}{2}Ka=b \qquad (3)$$

を得る。y と x は直線的であつて，$x=L$ で x 軸をきりその傾きは $-K\cdot 1/b\,tanh\,b$ である。a が変れば x 軸をきる点 L は不変であるが傾きは変る。しかし b が小だと $b/tanh\,b$ は1に近いので傾きは $-K$ に等しい。このことより係数 L と K を推定し得る。$b/tanh\,b$（b が0より5までの表が示してある）を1としても誤差は $b=0.4$ で5％位である。もしも長期の資料であれば第1近似として K を求め，その値を b にいれて y の代りに $y\cdot b/\tanh b$ を平均成長量として点をとることにより第2近似値を得る。（土井）

トロールネットの細目の決定に関する実験　L.K. BOEREMA: *Paper, Submitted to the I.C.E.S.*, (1956).　この実験ではコッド・エンドに対する魚の通過率が麻とマララトワインで作つたコッド・エンドではどのように違うか，また，曳網速度の違いがどのように影響するか調べた。

1）材料の違い：　いずれも3子撚の麻，マララトワインであるが糸の太さは麻はマニラの2/3倍，柔軟性は2.5倍である。コッド・エンドには 3cm のカバーが着けられた。実験は1954年 1～7 月，25° 21,N，3°30′E の漁場で行なわれ，操業は3時間曳き，平均速度2.6マイル。魚種はヒラメ，ウシノシタ，小ガレイ，タラである。試験網は網目を変え麻が4種類，マニラが3種類，網目の大きさは操業中，網目計で測つたが，その範囲は 67～83 cm であつた。データから計算した結果，75 mm の網目については，通過率 50％の点における体長（計算）にはつぎのような差があつた。

	ヒラメ	ウシノシタ	小ガレイ	タラ
マニラ	24.8	18.5	17.1	28.5cm
麻	25.8	19.2	17.5	32.5cm

すなわち，同じ目合でも麻のエッド・エンドはマニラのコッド・エンドより大きい魚を通過させることが判明した。これは麻の柔軟性に帰因されよう。

2）曳網速度の違い：　曳網速度は潮の流れによつて変る場合と，実際に機関の回転数の変化による場合とがあるが，いずれの場合も魚の通過率 50％の体長には差がみられなかつた。（井上）

Plymouth 研究所の新水族館とその海水循環方式　D. P. WILSON, D. Sc.: *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, **39**(2), 391–412 (1960).　Plymouth 研究所の附属水族館は老朽のため 1958 年9月に閉館，新らたに飼育動物に対して最良の環境を保ち作為のない自然に近い状態で観覧に供し，かつ管理作業上便利な構造について留意された新水族館（海水循環式）の落成をみた。おもな飼育槽の数は観覧室内の南側6，北側4（窓数は各側 6，大きさは全て縦3フィート，横5フィート $7\frac{1}{2}$ インチ），東側1（横 29 フィート），その両端に小型水槽2で屋外にはコンクリート池 3，小型水槽 13 である。南北両側の各水槽間の隔壁は窓に対して 45° に設計され光線の屈折，反射によつて観覧者には見えない。各飼育槽の隅には黒色ポリエチレン板で仕切られ海水が飼育槽の底から流入しオーバーフローによつて回収される循環装置の一部としての目的のほかに仕切りをはづして各水槽間を飼育動物が網などで傷められることなく移動させることができる。新貯水槽は過去の経験にもとづいて（WILSON 1952）地下に1対（各水槽の最大容量16000ガロン）設けられ，その貯水量は全飼育槽の12倍である。貯水槽に回収された海水は一方の水槽の底から入り懸濁物の沈澱と石灰処理の後表層の水は隣の水槽に一旦貯水され各水槽に再び供給される（モーターは3馬力2基を交互に運転）°循環効率については水温の安定性こついて多少疑義があるほかは良好な結果をえている。（鈴木秀）

NaCl が存在する場合のリノール酸メチルおよびリノール酸の自働酸化に関する動力学的研究　A.F. MABROUK and L. R. DUGAN, Jr.: *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, **37** (10), 486～490 (1960).　食品の油焼けにおける NaCl の影響を検討するために，純粋なリノール酸（A）またはリノール酸メチル（B）0.3g，0.1M リン酸塩緩衝液 10ml デンプン（安定剤）25mg で oscillator により調製したエマルジョンの 3ml をワルブルグ検圧計の主室にとり，1～25％ NaCl-0.1M リン酸塩緩衝液またはリン酸塩緩衝液の 1.0ml を側室にとつて，O_2 の吸収速度を測定した。その結果，**pH の影響**：エマルジョンの酸化速度は，（B）では緩衝液の pH 増加とともに増大するが，（A）では pH 5.50 まで増大し，その後 pH 8.00 まで除々に減少する。**NaCl の影響**：（A）（B）ともに系中の NaCl 濃度の増加とともに減少する（これは O_2 の溶解度が NaCl の濃度増加により減少するためらしい）。この際の pH の影響は NaCl が存在しないときと同じだつた。NaCl が酸化速度を促進するとは思われない。**活性化エネルギー**：反応系の pH 値および NaCl 濃度に無関係で1分子および2分子反応の活性化エネルギー（cal/mol）はそれぞれ（A）19,600，16,400，（B）22,000，18,200 で

あること，等を認めた。以上のほか，自働酸化したエマルジョンのスペクトルについても検討を加え，2775Å の吸収（第二次生成物）がエマルジョンの pH によりある程度影響をうけることを認めた。（外山）

放射線による魚の貯蔵：細菌学的研究　D. P. MacLean and C. Walander: *Food Technol.*, 14 (5), 251～254 (1960).　円形に切断したタラ (*Gadus macrocephalus*) のフィレーの 2～3 片づつを C エナメル缶につめ脱気せずに巻締めて 0.07～2.0 megarad の範囲内で照射殺菌したのち，各缶ごとにフィレーの同じ部分をとつて培養に供し，細菌学的研究を行つた。まず予備的な実験の結果から照射後の細菌数は，照射量が少ない時は照射時における試料の細菌数に影響され，照射量が多い時は照射後残存した細菌の種類に左右されると考え，これを実験により確認した。次に放射線が試料に繁殖する菌の種類におよぼす影響を検討し，対照では，(1) *Micrococcus*, (2) *Achromobacter*, (3) *Flavobacterium*, (4) *Corynebacterium* が主で，(5) *Sarcina*, (6) *Pseudomonas*, (7) *Alcaligenus*, (8) *Mycoplana*, (9) *Protaminobacter*, (10) *Bacillus*, (11) *yeast* (*Torylopsis*), (12) *Aerobacter* および (13) *Streptococcus* は少数であつたが，照射した試料では (1), (5), (2), (3), (4) が主で (7), (10), (11), (8) は，はるかに少なく，腐敗に伴う不快臭の形成と関係のある (6)，(2) 等は比較的少ない照射量で実際上除去されることが判つた。(1) は実験の条件下では照射に対して抵抗力が強く，照射した試料における残存数が多いが，その性質を検討した結果から，典型的な中毒細菌とは考えられない。（外山）

Lingcod 肝油中の高血コレステロール症予防物質について　J. D. Wood: Nature **185**, 473～474 (1960)　コレステロールを多く含む餌を与えると，ある種の動物では血中のコレステロール量が増加するが，DeGroot および Reed (Nature **183**, (1959)) は，タラ肝油とトウモロコシ油がコレステロールとコール酸を与えた大黒鼠の高血コレステロール症を防ぐことができると報告している。しかしこれまでの著者等の研究によるとこのような作用は油の種類により異なり，lingcod およびオヒョウの肝油は血中のコレステロールの濃度を低下させるが，トウモロコシ油，牛脂およびニシン油はむしろその濃度を高め，ratfish, dogfish および basking-shark の肝油にはいずれの作用もなかつた。その後トウモロコシ油，ニシン油および lingcod 肝油についてえた結果を報告する。上記 3 種の油，これらの油から分離した不鹸化物および遊離脂肪酸をそれぞれ 1 % のコレステロールを含む餌料に添加し生後 2 週間の雛鶏に 9 日間投与した。トウモロコシ油，ニシン油および 3 種の油の遊離脂肪酸を与えた雛鶏の血中コレステロール濃度は，対照（血液 100 ml 当り 192 mg）の約 4 倍（618～793 mg）に増加し，トウモロコシ油およびニシン油の不鹸化物では対照とほとんど差がなかつた。一方 lingcod 肝油およびその不鹸化物には明らかに血中コレステロールを低下させる作用があり，それぞれ 130 および 119 mg の値を示した。現在，このような作用をもつ物質がいかなるものか不明であるが，ビタミン A かまたはステロール様物質と思われる。（岡市）

トリメチルアミンオキシドの生合成　J. Baker and S. Chaykin: *Biochim. Biophys. Acta.* **41**, 548～550 1960)　トリメチルアミンオキシド (I) は，多くの種類の動物に見出されており，生体内でトリメチルアミン (II) に還元されることは知られていたが，生合成の機構はほとんど検討されず，Muller 等 (*Z. Physiol. Chem.*, **275**, 267 (1942)) の肝臓磨砕物等を用いた実験においても II の I への酸化を確認できなかつた。しかし著者等は大黒ネズミ，ブタおよび dogfish の肝臓磨砕物が II を酸化して I を生ずることを認めた。すなわち，放射性炭素でラベルした II の塩酸塩を合成して，0.1 M 燐酸緩衝液 (pH 4.5) とともに，肝臓磨砕物に加え 37°C で 3 時間放置した。この場合，II は I へ酸化されたが，肝臓磨砕物を加熱するとこの作用が失われるので，これが酵素作用であることが知られる。肝臓磨砕物からミトコンドリアを除いても酵素活性は低下しないが，ミクロソームも，これらを除いた上澄液も，それだけでは II を酸化することはできない。ところが上澄液をミクロソームに加えると酵素作用は復活し，また上澄液を加熱しても活性が低下しないので，この中にはある種の補酵素が含まれると考えられその検討を行なつた。DPNH と TPN には何ら作用がなく，TPNH と TPN に glucose 6-phosphate および glucose-6-phosphatase を加えたものはミクロソームとともに II を酸化することがきた。またこの酵素作用をヘリウム気流中で行なわせると活性が著しく低下することから，I の酸素は分子状酸素からきたもので，水から由来したものではないと思われる。現在この点を確認するために，O^{18} を用い実験中であるが，以上の結果から II の I への酸化は，ミクロソーム，TPNH，ニコチン酸アミド，および分子状酸素が関与する代謝系により行なわれると思われる。（岡市）

雑　　録

○ 関東在住役員会

日　時　昭和 36 年1月 13 日午後2時
場　所　東水大会議室
出席者　会長以下 21 名
議　題

a. 1961 年度開催の国際会議出席希望者について審議した結果下記の各氏を推薦することとした。

1. 第 10 回太平洋学術会議
   檜山義夫，岡田弥一郎，新崎盛敏，沼知建一，鈴木秋果
2. 国際海洋微生物学シンポジュウム
   元田　茂，門田　元
3. F. A. O. 国際魚類栄養価学会
   鴻巣章二

b. 入会承認　　個人　8名　　外国　1名

○ 編 集 会 議

日　時　昭和 36 年1月 13 日午後4時
場　所　東水大会議室
議　事

a. 会員より学会宛に報文の英訳を依頼して来た場合は，当分の間，下記の各氏に依頼することとした。
　　一　般　　保科利一，妹尾次郎，須藤俊造，草下孝也
　　化　学　　橋本芳郎，河端俊治，平野　弘

b. 会則改正案は次回（2月中旬）に審議することとした。

新 着 外 国 文 献 案 内　(1960. 12. 1—1960. 1. 30)

PERIODICALS

Acta Hydrobiologica. Laboratory of Water Biology of the Polish Academy of Science. Cracow. Vol. 2. Fasc. 2. 1960.
Annales du Musee du Congo belge. Tervueren. Sciences Zoologiques. Vol. 84. 87. 1960.
Archives neederlandaise de zoologie. Leiden. Tome XIII. No. 4. 1960.
Archivum Societatis zoologica-batanicae fennicae " Vanamo ". 1959. 14-2, 1960.
Beretning. Fiskeriministeriets Forsgslaboratorium. Kobenhavn. for 1956. 1957. 1958. 1959.
Bioloski Vestnik. Ljubljana. VII. 1960.
Boltim do Instituto Oceanografico. Sao Paulo. Tomo IX. Fasc. 1-2. 1958.
Bulletin. Florida State Museum. Gainesville. Vol. 5. No. 5. 1960.
Bulletin de l'Institut International du Froid. Paris. Tome XL. No. 5. 1960.
Bulletin. Inter-American Tropical Tuna Commission. La Jolla. Calif. Vol. IV. No. 5. 1960.
Bulletin. Taiwan Fisheries Research Institute. No. 2. 1956, No. 3. 4. 1958, No. 5. 1959, No. 6. 1960.
Commercial Fisheries Review. U.S. Fish and Wildlife Service. Washington. Vol. 22. No. 9. 10 11. 1960.
Contribuicoes Avulsas do Instituto Oceanografico. Universidade Sao Paulo. Oceanografia Fisica. No. 1. 2. 1959.

Contributions. University of California. Scrips Institution of Oceanography. 1959.
Fishery Lerflet. U.S. Dept. of the Interior, Fish and Wildlife Service. Washington. 292. Sept. 1960. revised.
Fiskeridirektoratets Skrifter. Serie Havundersokelser. Bergen. Vol. XII. No. 9. 1960.
Il Giornale della Pesca. Rome. Anno X. No. 19. 1960.
Information fur die Fischwirtschaft. Hamburg. Jahrgang 7. Beiheft 1. 1960.
Journal of the marine biological Association of the United Kingdom. Vol. 39. No. 3. 1960.
List of Accessions to the Library. Science Museum Library. London. Nos. 1545. 1546. 1547. 1548. Nos. 1549. 1550. 1551. 1552.
Memoranda Societatis pro fauna et flora fenica. Helsingforsiae. 35. 1958–1959.
Notas e Estados do Instituto de Biologia Maritima. Lisboa. No. 9. 1956, No. 19. 20. 1958, No. 21. 1959.
Pacific Naturalist. Solvang California. Vol. 2. No. 1. 1960.
Revue des travaux de l'Institut des peches maritimes. Paris. Tome XXIV. Fasc. 3. 1960.
Senkenbergiana Biologica. Senkenbergische Naturforschende Gesellschaft. Frankfurt. Bd. 41. No. 3-4. 1960.
Special Scientific Report—Fisheries. U.S. Dept. of the Interior, Fish and Wildlife Service, Washington. 361. 1960.
The Science Bulletin of the Division of Agriculture, Home Economics & Engineering. University of the Ryukyus. No. 7. 1960.
Tidskrift for Hermetikindustri. Kristiania. Årgang 46. Nr. 10. 11. 1960.
Tulane Studies in Zoology. New Orleans. Vol. 8. No. 2. 1960.
U.S. Industrial Digest. International Communications. Inc., New York. Vol. 2. No. 4. 10. 1960.
Vie et milieu. Bulletin du Laboratoire Arago, Universite de Paris. Tome XI. Fasc. 2. 3. 1960.
World Fisheries Abstract. F.A.O. Rome. Vol. 11. No. 3. 4. 1960.
Рыбоводство и Рыголовство. Министерства сельского хозяйства. СССР. Ио. 6. 1960.
Вопросы Ихтиологии. Академия Наук СССР. Быпуск 15. 1960.
Журнал общей Биологии. Академия Наук СССР. Томе XXI No. 5. 1960.

REPRINTS

Barkley, R. A. and Thompson, T. G.: (1960) The total Iodine and Iodate-iodine content of sea water. Deep-Sea Research. Vol. 7. pp. 24–34.
Borkowska, I.: The productivity of south-eastern Baltic fishing grounds in 1955 in the light of the biology of individual species of fish. Zeszyty naukowe. Wyzszej szkoly rolniczej w losztynie. Tom. 9. Nr. 71. pp. 67–104.
Brunel, P.: (1960) Artificial key to the Mysidaceae of the Canadian Atlantic continental shelf. Canadian Journal of Zoology. Vol. 38. pp. 851–855.
Chambers, G. V. and Sparks, A. K.: (1959) An Ecological Survey of the Houston Ship Channel and Adjacent Bays. Institute of Marine Science. Vol. VI. pp. 213–250.
Deelder, C. L.: (1959) Conservation of elver migration routes into the inland water system of the Netherlands. Proceedings of the I.U.C.N. Technical Meeting. Vol. 4. pp. 321–322.
Deelder, C. L.: (1959) Modern fish passes in the Netherlands. Athens Proceedings of the I.U.C.N. Technical Meeting. Vol. 4. pp. 316–320.
Deelder, C. L.: (1960) Ergebnisse der hollandischen Untersuchungen uber den Glasaalzung. Arch. Fischereiwiss. Bd. XI. Nr. 1. pp. 1–10.
Dickson, W.: (1960) The loads imposed by trawling gear. Fishing Boats of the World. 2. pp. 388–392.
Gibbs, R. H. Jr. and Aron, W.: (1960) Astronesthes nigroides, a New Species of Stomiatoid Fish from the Eastern Pacific Ocean. Copeia. 1960 No. 2. pp. 134–136.
Graham, J.: (1960) Temperature Measurement of Frozen Fish. Fish Trades Gazette September 3, 1960.
Klawe, W. L.: (1960) Laval tunas from the Florida current. Bulletin of Marine Science of the

Gulf and Caribbean. Vol. 10. No. 2. pp. 227-233.
Korringa, P.: (1961) Problems arising from disposal of low-activity radioactive waste in the coastal waters of the Netherlands. Disposal of Radioactive Wastes. International Atomic Energy Agency. Vienna. pp. 51-55.
Love, R. M.: ( ) Texture changes in fish and its measurement. Texture in Foods. No. 7. in the Monograph Series. Society of Chemical Industry.
Lovegrve, T.: (1960) An Improved Form of Sedimentation Apparatus for Use an Inverted Microscope. Journal du conseil international pour l'exploration de la mer. Vol. XXV. No. 3. pp. 279-284.
Nicol, D. L.: (1960) A visual indicator of the temperature of frozen food. Chemistry and Industry. 1960 pp. 1261-1262.
Niewolak, S.: (1960) Microbiogical analysis of fish during processing. Zeszyty naukowe. Wyzsezej szkoly rolniczej w losztynie. Tom 10. Nr. 84. pp. 3-21.
Rattry, M. Jr.: (1960) On the Coastal Generation of Internal Tides. Tellus. Vol. XII. No. 1. pp. 54-62.
Ronald, K.: (1960) The effects of physical stimuli on the larvel stage of Terranova decipiens (KRABBE, 1878) (Nematoda: Anisakidae). I. Temperature. Canadian Journal of Zoology. Vol. 38. pp. 623-642.
Ronald, K.: (1960) The metazoan parasites of the Heterosomata of the gulf of St. Lawrence. V. Monogenes. Canadian Journal of Zoology. Vol. 38. pp. 243-247.
Ronald, K. (1960) The metazoan parasites of the Heterosomata of the gulf of St. Lawrence. VI. Digenea. Canadian Journal of Zoology. Vol. 38. pp. 923-937.
Royce, W. F.: (1959) On the possibilities of improving salmon spawning areas. Transactions of the Twenty-Fourth North American Wildlife Conference. March 2. 3 and 4, 1959.
Schaefer, M. B.: (1960) New research required in support of radioactive waste disposal. Disposal of Radioactive Wastes. International Atomic Energy Agency. Vienna. pp. 265-282.
Sparks, A. K. and Thatcher, V. E.: (1960) A new species of Crassicutis (Termatoda, Allocreadiidae) from a sparid fish (Archosargus probatocephalus) in the northern gulf of Mexico. Transactions of the American Microscopical Society. Vol. LXXIX. No. 30. pp. 341-342.

SEPARATE VOLUMES

Gabinete de Estados das Pescas. 1957 Resultats Scientifiques de la Champagne du N.R.P.—FAIAL—dans les eaux cotieres du Portugal. (1957).
No. 1. 1959, PERES, J. M. Apercu bionomique sur les communautes benthiques des cotes sud du Portugal.
No. 2. 1960, BELIAN, G. Annelides Polychetes.
U.S. Navy Hydrographic Office. 1960 A selective bibliography of the enviromental controls on object stability on the sea bottom. (Special Publication 32)

日本水産学会中部支部大会

I. 研究発表会 昭和36年2月25日 (土)

東海大学第一高等学校 清水市三保 2068

マグロ兼業，専業漁業の経済性の一分析(15分)……池松 政人(東海大水研)
マグロ漁業のシャチ被害についての知見(15分)……岩下 光男(同 上)
下層遊泳のマグロ集団行動探知の試みについて(15分)……井上 元男(同 上)
Albumin に対する少線量の放射線効果について(15分)……松浦富雄・夏目巨夫(同 上)
黒潮流路の変動とカツオ漁場形成について(15分)……服部 稔郎(元東海大水)

伊勢エビの標識放流について(15分)……………………………………野 中　忠(静岡水試白浜)
天草の発生様式と初期発育におよぼす諸条件(15分)…………………………山 崎　浩(同　上)
本県における片口鰯の産卵情況について(15分)…………………………………大西　慶治(静 岡 水 試)
水中施肥に関する基礎的研究（3）
　変化現象を生じた天草漁場への施肥(20分)……………………………山田信夫・阿井俊夫(同　上)
光電比色法による魚槽血括の腐敗度について(15分)……………………………岡　明(東 海 大 水 研)
海洋 Facsimile について(10分)…………………………………………岩下光男・井上元男(同　上)
ワカメの生育密度と成長について(15分)………………………………………斎藤雄之助(東 大 水 実)
養鰻池水炭酸量の日中変化(15分)………………………………………………板沢　靖男(名 古 屋 大)
綜合アミノ酸粉末の養魚餌料への応用について(15分)…………………………笠原正五郎(東 大 水 実)
水産養殖の面積と水量について(15分)……………………………………………中村　中六(同　上)

II. シンポジウム（研究者と業界との研究懇談会)

昭和36年2月26日（日） 9.00～11.30

静岡市産業会館6階大ホール　静岡市呉服町2丁目15

マグロ類の青肉の予知について(20分)………………日本冷凍食品検査協会清水検査所　長 岡 忠 二 郎
遠州灘沖合の冷水塊と漁況について(20分)…………………………静岡県水産試験場　関 野 政 夫
練製品について(20分)……………………………………………三重県立大学水産学部　三 宅 正 人
サクラエビについて(20分)………………………………………………静岡大学教育学部　藤 田 惣 吉

昭和三十六年二月二十日　印　刷
昭和三十六年二月二十五日　発　行

第二十八巻　第二号

本号定価150円
(送料別)

編集兼発行者　大 島 泰 雄
東京都港区芝海岸通り6丁目　東京水産大学内

発 行 所　日本水産学会
東京都港区芝海岸通り6丁目　東京水産大学内
振 替 口 座　東 京　59529番
電話 (451) 2200番

印 刷 者　笠 井 康 頼

印 刷 所　株式会社 国際文献印刷社

発 売 所　株式会社 国際文献印刷社
東京都新宿区山吹町184
電話 (341) 7446・9635